

Arbeiten aus dem Reichsgesundheitsamte

Germany. Reichsgesundheitsamt

ARBEITEN

AUS DEM

KAISERLICHEN GESUNDHEITSAMTE.

(Beihefte zu den Veröffentlichungen des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.)

SIEBENUNDVIERZIGSTER BAND.

MIT 14 TAFELN UND IN DEN TEXT GEDRUCKTEN ABBILDUNGEN.

BERLIN.
VERLAG VON JULIUS SPRINGER.
1914.

Inhalts-Verzeichnis.

Seite

Drittes Heft. Ausgegeben im April 1914.

Viertes Heft. Ausgegeben im Juni 1914.

Maßanalytische Bestimmung der Phosphate in der Asche von Lebensmitteln.

Von

Dr. B. Pfyl,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Einleitung.

Zur Beurteilung der normalen Beschaffenheit und des Wertes von Nahrungs- und Genußmitteln ist es wichtig, den Phosphatgehalt ihrer Asche oder der Asche gewisser Auszüge zu ermitteln. Hierbei ergeben sich teils unmittelbar Anhaltspunkte zur Beurteilung, zum Teil ist die Bestimmung des Phosphatgehaltes zur Berechnung anderer für die Beurteilung wichtiger Werte erforderlich. Obwohl die Phosphatbestimmung in Aschen in vielen Fällen vielleicht wichtiger ist als die Ermittelung anderer analytischer Werte, so suchte man sie doch bisher möglichst zu vermeiden, da die zurzeit üblichen gewichtsanalytischen Verfahren zu umständlich sind. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, an Stelle der gewichtsanalytischen Verfahren maßanalytische einzuführen. Doch haben die bisher vorgeschlagenen Methoden keinen allgemeinen Eingang in die Laboratorien gefunden, teils weil sie noch nicht den erforderlichen Grad der Genauigkeit und Zuverlässigkeit besitzen, teils weil sie noch nicht genügend bekannt sind.

Von allen zur Bestimmung der Phosphate in Aschen vorgeschlagenen Verfahren erschien nun keines in seinen Grundzügen so zweckmäßig wie das von Doherty[1]) für die Phosphatbestimmung in Milchasche empfohlene, welches im wesentlichen auch Fiehe und Stegmüller[2]) auf meine Anregung hin zur Phosphatbestimmung in Honigasche verwendet haben.

Nach Doherty[3]) wird die Asche mit wenig überschüssiger Säure zur Entfernung des Kohlendioxyds erhitzt, dann nach Zusatz von Methylorange bis zum Farbumschlag in gelb und nach Zusatz von Phenolphthalein und von 5 ccm 20 %iger Chlorcalciumlösung weiter bis zu rot titriert. Aus der Menge der von gelb bis zu rot verbrauchten

[1]) The Analyst 33, 273 (1908).

[2]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 15, 305 (1912).

[3]) Doherty bezeichnet [The Analyst 33, 273 (1908)] als Urheber des von ihm empfohlenen Verfahrens Cocksey [Proc. of Roy. Soc. of New South Wales 41, 163] (eine entsprechende Notiz in den mir zur Verfügung stehenden Zeitschriften war nicht zu finden).

Lauge läßt sich der Phosphatgehalt in einfacher Weise durch Multiplikation mit einem Faktor berechnen. Das Verfahren setzt voraus: 1. daß bei der Titration der Phosphorsäure mit Alkali der Umschlag des Methylorange in gelb gerade dann eintritt, wenn das erste H·-ion abgesättigt und nur noch Dihydrophosphation H_2PO_4' vorhanden ist, 2. daß durch Chlorcalcium die Phosphorsäure vollständig als Tricalciumphosphat ausgefällt und eine der Acidität des Dihydrophosphations entsprechende Menge HCl d. h. H·-ionen in Freiheit gesetzt wird, die bei der Titration mit Alkali gegen Phenolphthalein im Sinne der nachfolgenden Gleichungen abgesättigt wird:

$$2\,NaH_2PO_4 + 3\,CaCl_2 = Ca_3(PO_4)_2 + 2\,NaCl + 4\,HCl$$
$$4\,HCl + 4\,NaOH = 4\,NaCl + 4\,H_2O$$

oder in Ionenform geschrieben:

$$2\,H_2PO_4' + 3\,Ca^{\cdot\cdot} = Ca_3(PO_4)_2 + 4\,H^{\cdot}$$
$$4\,H^{\cdot} + 4\,OH' = 4\,H_2O.$$

1 Mol NaOH würde somit 0,5 PO_4 oder 0,25 P_2O_5, 1 ccm 0,1 norm. NaOH würde 4,75 mg PO_4 oder 3,55 mg P_2O_5 entsprechen.

Bei der Phosphatbestimmung in Milchasche zeigte es sich jedoch, daß das Verfahren hierfür nur insoweit brauchbar ist, als es auf Genauigkeit nicht so sehr ankommt, z. B. zum Nachweis von physiologisch oder pathologisch veränderter Milch. Für den Nachweis der Milchwässerung oder eines Alkalizusatzes zu Milch erwies es sich als ungenau und nicht zuverlässig. Durch Versuche mit reinen Phosphatlösungen wurde festgestellt, daß eine der oben gemachten Voraussetzungen, nämlich die vollständige Ausfällung des Phosphats als Tricalciumphosphat, unter den bisher eingehaltenen Bedingungen nicht erfüllt wird. Es wird infolgedessen bei reinen Phosphatlösungen weniger Alkali gebraucht als der oben aufgestellten Reaktionsgleichung entspricht. Der Fehler ist nur bei allerkleinsten Phosphatmengen so gering, daß noch annähernd brauchbare Werte erhalten werden; bei größern Phosphatmengen, wie sie z. B. in Wein-, Milch-, Bierasche vorkommen, wird der Fehler beträchtlich. Insbesondere aber erwies sich auch bei der Titration reiner Phosphatlösungen der Farbumschlag des Phenolphthaleins in rot als unsicher und unscharf, da die Rotfärbung nach kurzer Zeit immer wieder verschwand, so daß zwei Analytiker bei Titration derselben Phosphatlösung zu voneinander erheblich abweichenden Ergebnissen kommen können. Auf Grund theoretischer Überlegungen und von Vorversuchen war ferner damit zu rechnen, daß das Verfahren bei Gegenwart von Boraten, Silikaten, Meta- und Pyrophosphaten, Eisen-, Aluminium-, Mangan-, Calcium-, Magnesiumsalzen nicht ohne weiteres zu gebrauchen ist.

Es war daher erforderlich das an sich wichtige Verfahren so auszugestalten, daß es den Anforderungen der quantitativen Analyse genügt und in allen Fällen befriedigende Ergebnisse liefert.

II. Zur Entwicklung des Verfahrens.

Das acidimetrische Phosphatbestimmungsverfahren haben zahlreiche Analytiker auch für die Düngeranalyse nutzbar zu machen gesucht. Die Kenntnis der hierbei gemachten Erfahrungen ist nicht nur von allgemeinem Interesse, sondern zum Ver-

ständnis der nachfolgenden experimentellen Untersuchungen förderlich. Es soll daher auf die wichtigsten dieser und der sonst mit der acidimetrischen Phosphatbestimmung gemachten Erfahrungen hier näher eingegangen werden.

Als Urheber des Verfahrens wird gewöhnlich Bongartz[1]) (1884) angegeben. Doch war es nach Braun[2]) den in Düngerfabriken beschäftigten Analytikern schon 1858 bekannt, daß 1 Mol primäres Calciumphosphat bei Zusatz von Chlorcalcium zum Übergang in tertiäres Phosphat 2 Mole Alkali gebraucht. Jonas[3]) bestimmte in Superphosphaten die Phosphorsäure in der Weise, daß er nach Ausfällen der Schwefelsäure mit Bleiglätte das Filtrat mit Chlorcalcium und einer gemessenen Menge Ammoniak im Überschuß versetzte und den Überschuß von Ammoniak zurücktitrierte. Rheineck[4]) fällt zur Bestimmung der Phosphate in reinen Lösungen zunächst die Phosphorsäure vollständig als Tricalciumphosphat aus. Dieses wird in einer gemessenen Menge Säure von bestimmtem Gehalt gelöst und sodann mit Lauge von bestimmtem Gehalt bis zum Eintritt der ersten Trübung zurücktitriert. Durch die eben beginnende Trübung soll angezeigt werden, daß gerade alles Ca als primäres Calciumphosphat vorliegt, so daß für 1 Mol $Ca_3(PO_4)_2$ 4 Äquivalente Säure gebraucht werden. Berthelot und Longuine[5]) haben bereits 1876 die Beobachtung gemacht, daß Phosphorsäure mehr Kalk-, Strontian- und Barytwasser verbraucht, wenn man die Phosphorsäure zu der Lauge und nicht umgekehrt die Lauge zu der Phosphorsäure fließen läßt. Von Barytwasser werden im ersten Falle 3 und mehr, bis zu 5 Äquivalente, Baryt verbraucht, wenn man längere Zeit stehen läßt. Maly[6]) führt dies darauf zurück, daß sich bei der Titration der Phosphorsäure mit Erdalkalilauge zunächst das schwer lösliche sekundäre Erdalkaliphosphat bildet, wodurch die Titration beendet erscheint, bei längerem Warten binde dieses Salz weiteres Erdalkali, aber man komme nicht zum vollkommenen Umsatz bis zum tertiären Salz, weil ein Teil sekundäres Salz äußerlich vom tertiären eingehüllt sei. Infolgedessen empfiehlt Maly zur Titration aller H-Atome der Phosphorsäure zunächst Natronlauge im Überschuß und dann erst Bariumchlorid zuzusetzen und den Überschuß zurückzutitrieren. 1 Mol Phosphorsäure braucht hiernach 3 Äquivalente; 1 Mol. NaH_2PO_4 2 Äquivalente, 1 Mol Na_2HPO_4 1 Äquivalent NaOH.

Schlickum[7]) hatte beobachtet, daß eine mit Cochenille versetzte Phosphorsäurelösung auf Zusatz von Alkali Farbwechsel von gelb in violettrot zeigt, wenn die Phosphorsäure in das saure Salz RH_2PO_4 übergeführt ist, was auch Tobias[8]) bestätigte. Ferner fand Schlickum, daß diese primäre Phosphate enthaltende Salzlösung, wenn sie außerdem Magnesiumchlorid enthält, bei Zusatz von Ammoniak gegen Lackmus erst dann in blau umschlägt, wenn sämtliche Phosphorsäure als NH_4MgPO_4 ausgefällt ist. Aus dem Verbrauch von Lauge zwischen dem Farbwechsel der beiden Farbstoffe ließ sich der Phosphatgehalt berechnen, da 2 NH_3 1 PO_4 entsprechen. Calciumsalze hat Schlickum als Gips entfernt, da sie für die Titration hinderlich seien. Mollenda[9]) neutralisiert calciumhaltige Phosphatlösungen bis zur beginnenden Trübung (Ausscheidung von $CaHPO_4$) entfernt das Calcium mit Natriumoxalat und titriert in heißer Lösung bis zur Blaufärbung von Lackmus oder kalt bis zum Phenolphthalein- oder Phenacetolinumschlag, nach der Gleichung $NaH_2PO_4 + NaOH = Na_2HPO_4 + H_2O$. Thomson[10]) und unabhängig von ihm auch Joly[11]) gründen ihre Verfahren zur Phosphatbestimmung auf die Voraussetzung, daß auch bei Gegenwart anderer Mineralsäuren mit Methylorange versetzte Phosphatlösung Farbenumschlag zeigt, wenn alles Phosphat als primäres Phosphat vorliegt und daß nach Zusatz von Phenolphthalein ein Farbenumschlag in rot eintritt, wenn gerade alles Phosphat in sekundäres Phosphat

[1]) Arch. d. Pharm. 22, 846 (1884).
[2]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 5, 433 (1866).
[3]) Ebenda.
[4]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 7, 51 (1868).
[5]) Chem. Zentralbl. 1876, 41.
[6]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 15, 417 (1876).
[7]) Archiv d. Pharm. 15, 325 (1879).
[8]) Ber. d. Dtsch. chem. Gesellsch. 15, 2452 (1882).
[9]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 22, 155 (1883).
[10]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 24, 222 (1885).
[11]) Compt. rend. 94, 529 (1882) und 100, 55 (1885).

umgesetzt ist. Auf 1 PO_4 war somit 1 NaOH zu rechnen. Bei Gegenwart von Erdalkalisalzen waren jedoch nach Thomson keine brauchbaren Ergebnisse zu erzielen. Bongartz[1]) hat nun gezeigt, daß bei der Titration der Phosphate bei Gegenwart von Erdalkalisalzen erst dann der Umschlag in Phenolphthaleinrot eintritt, wenn die nachfolgenden Reaktionen stattgefunden haben:

I. $Ca(H_2PO_4)_2 + 2\,CaCl_2 + 4\,KOH = Ca_3(PO_4)_2 + 4\,KCl + 4\,H_2O$ bei einem Überschuß von $CaCl_2$ und

II. $2\,Ca(H_2PO_4)_2 + 6\,KOH + 2\,CaCl_2 = Ca_3(PO_4)_2 + CaHPO_4 + K_2HPO_4 + 4\,KCl + 6\,H_2O$ bei Phosphatüberschuß.

Mit Gleichung I war die eigentliche Grundlage des in der Einleitung beschriebenen Verfahrens gegeben. Bongartz beobachtete im Gegensatz zu den meisten nachfolgenden Analytikern, daß die Endreaktion nach Gleichung I um einige Zehntel ccm 0,25 n. NaOH überschritten wird. Um diesen Fehler zu vermeiden, wurde eine etwa 0,25 normale Lauge auf eine Lösung von zwei- bis dreibasischem Calciumphosphat mit nach der Molybdänmethode bekanntem Phosphatgehalt eingestellt. Bei Gegenwart von Eisen- und Aluminiumsalzen führt die direkte Bestimmung nach Bongartz zu unrichtigen Ergebnissen. Die Eisensalze sollten sich nämlich nach Bongartz im Sinne der nachfolgenden Gleichung verhalten:

$$3\,FePO_4 + 3\,HCl = Fe_2(HPO_4)_3 + FeCl_3$$

$$Fe_2(HPO_4)_3 + FeCl_3 + 3\,KOH = 3\,FePO_4 + 3\,KCl + 3\,H_2O$$

so daß 1 PO_4 1 NaOH entspricht. Der Farbenumschlag von Methylorange sollte nach Bongartz bei Gegenwart von Eisen dann eintreten, wenn sekundäres Phosphat vorliegt. Bei der Bestimmung von Phosphaten in Superposphat und andern Düngemitteln wurden daher die Eisenphosphate entweder in essigsaurer Lösung ausgefällt und für sich nach obiger Gleichung titriert, oder die in essigsaurer Lösung gefällten Phosphate wurden in Weinsäure gelöst, diese Lösung zur Abscheidung der Phosphate als $MgNH_4PO_4$ mit Magnesiumchlorid und Ammoniak versetzt und das Magnesiumammoniumphosphat mit der Hauptlösung, die die an Calcium, Magnesium und Alkalien gebundenen Phosphate enthielt, vereinigt. In dieser Mischung wurde indessen der Phosphatgehalt nicht direkt bestimmt, sondern erst nach vorherigem Ausfällen der Phosphate als $CaHPO_4$ zunächst in schwach essigsaurer Lösung und als $Ca_3(PO_4)_2$ mit Ammoniak, wobei Bongartz unverständlicher Weise von einem Eisenchloridzusatz[2]) spricht.

Die direkte Titration der Phosphate im Sinne obiger Gleichung wurde zuerst von Emmerling[3]) in Vorschlag gebracht. Dieser beobachtete bei der Titration reiner Phosphatlösungen im Gegensatz zu Bongartz, daß vom Farbenumschlag des Methylorange bis zu dem des Phenolphthaleins weniger Alkali gebraucht werde, als der obigen Gleichung entspricht. In der Annahme, daß bei der Titration von mit Chlorcalcium versetzten Phosphatlösungen mit Alkali kleine Mengen Phosphorsäure nicht als Tricalciumphosphat, sondern als Dicalciumphosphat gefällt werden, kehrte er die Titration um und ließ Chlorcalcium enthaltende Phosphatlösungen zu einem gemessenen Volumen (5—10 ccm) mit Phenolphthalein versetzter Lauge fließen, bis der Umschlag nach farblos erfolgte, wobei sich nur Tricalciumphosphat ausscheiden sollte. Der Umschlag des Methylorange wurde in einem besonderen Teil der Phosphatlösung festgestellt. Emmerling erhielt gute Ergebnisse mit dem Verfahren auch bei eisen- und aluminiumhaltigen Phosphaten, doch weist er darauf hin, daß die Schärfe der Endreaktion mit Phenolphthalein noch zu wünschen übrig läßt; auch sei der Farbenumschlag mit Methylorange besonders bei eisenhaltigen Phosphaten noch unsicher. Das Verhalten der Eisenphosphate wurde in folgender Gleichung zum Ausdruck gebracht:

$$Fe(H_2PO_4)_3 + 3\,CaCl_2 + 6\,NaOH = FePO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 6\,NaCl.$$

Hiernach wurden zur Titration von 1 PO_4 ebenfalls 2 NaOH verbraucht.

Kalmann und Meißl[4]) suchen Titrationsfehler, welche durch das verschiedene Verhalten der einzelnen in Superphosphaten enthaltenen Phosphate bei der Neutralisation gegen Phenolphthalein und Methylorange bedingt sind, durch eine Kombination von Titrationen zu vermeiden, die nach Theorie und Ausführung nicht einwandfrei erscheint.

Nach Glaser[5]) kann man in einfacherer Weise direkt zum Ziele kommen, wenn man zu

[1]) Arch. d. Pharm. 22, 846 (1884).

[2]) Wohl Druckfehler statt Calciumchlorid!

[3]) Landwirtsch. Versuchsstat. 32, 429 (1886).

[4]) Zeitschr. f. analyt. Chem. 33, 764 (1894).

[5]) Chem. Ztg. 18, 1533 (1894).

der auf Methylorangeumschlag eingestellten Phosphatlösung einen Überschuß von Chlorcalcium setzt und vorsichtig mit 0,1 n. Alkali titriert, bis eben alkalische Reaktion durch die ganze Flüssigkeit bemerkbar ist. Um scharfe Resultate zu bekommen, ist es erforderlich, die Flüssigkeit im Becherglase in starke Rotation zu versetzen, bis alkalische Reaktion zum ersten Mal eintritt. Bei der Bestimmung der Gesamtphosphorsäure sind die Endpunkte nicht mit wünschenswerter Sicherheit zu erkennen, weshalb es sich empfiehlt, die Phosphate mit Chlorcalcium und Ammoniak auszufällen, dann in Säure zu lösen, mit starker und zuletzt mit 0,1 normaler Lauge zu titrieren.

Nach einer Arbeit von Christensen[1]) sind die Farbenumschläge mit Methylorange erst beim Titrieren der Phosphatlösungen mit Normallauge scharf genug zu erhalten. Ferner enthalte das nach dem Verfahren von Emmerling abgeschiedene Calciumphosphat stets mehr Calcium, als dem Tricalciumphosphat entspricht, weshalb er die Phosphorsäure als Ammoniummagnesiumphosphat abscheidet und darin titriert.

Littmann[2]) erblickt in dem Ausfällen der schwer löslichen Phosphate grundsätzlich eine Störung der Titration. Er titriert daher die Phosphatlösung zunächst mit 0,1 normalem Alkali bis zum Eintritt der Gelbfärbung von Methylorange, fügt dann 10 ccm neutrale Natriumcitratlösung hinzu, wodurch alle sonst ausfallenden Phosphate in Lösung gehalten werden, und setzt nun erst die Titration bis zum Umschlag von Phenolphthalein fort. Die Titration ist dann kurz vor Eintritt der ganz schwachen Rotfärbung beendet. Die Berechnung beruht auf nachfolgender Gleichung:

$$NaH_2PO_4 + NaOH = Na_2HPO_4 + H_2O,$$

so daß nach diesem Verfahren auch bei Anwesenheit von Calcium-, Ferrisalzen usf. auf 1 PO_4 1 NaOH verbraucht wird.

Imbert und Pagès[3]) weisen darauf hin, daß bei der Titration von Monocalciumphosphaten bei Gegenwart von Chlorcalcium bis zum Eintritt der Rotfärbung von Phenolphthalein mehr als 2 Mole Alkali verbraucht werden, weil die Rotfärbung infolge Bildung von Polycalciumphosphaten immer wieder verschwindet. Dies läßt sich jedoch dadurch verhindern, daß man einen Überschuß von Chlorcalcium zur Phosphatlösung gibt, zunächst gegen Helianthin, dann gegen Phenolphthalein neutralisiert, hierauf einen gemessenen Überschuß an Alkali zugibt und zurücktitriert. Bei Anwesenheit von Boraten und Silikaten war das Verfahren nicht anwendbar.

Aus der Arbeit von Cavalier[4]), die sich eingehend mit der Titration der Phosphate mit Kalk- und Strontianwasser befaßt, geht hervor, daß der Indikator Methylorange auch durch p-Nitrophenol ersetzt werden kann und daß mit 0,01 normalem Kalkwasser der Farbumschlag des Phenolphthaleins mit mäßiger Schärfe eintritt, wenn alle Wasserstoffatome der Phosphorsäure abgesättigt sind.

Nach Berthelot[5]) zeigt mit Methylorange versetzte Phosphatlösung mit Kalkwasser Umschlag, wenn das Monocalciumsalz entstanden ist. Die Fällung der Phosphorsäure ist fast vollständig, wenn man auf 1 Mol Phosphorsäure 2 Mol Ätzkalk zugesetzt hat. Der Kalk ist indessen als $CaHPO_4$ gefällt, der sich langsam in $Ca_3(PO_4)_2$ umsetzt. Bei weiterer Einwirkung von Kalk wird abermals Ca aufgenommen, wobei sich ein dem Isoklas entsprechendes Salz zu bilden scheint, in welchem 4 CaO auf 1 P_2O_5 kommen. Die durch Einwirkung von Kalkwasser auf das Dicalciumphosphat entstehenden stärker basischen Salze setzen sich nicht klar ab, können aber aus der fast kolloidalen Suspension durch Chlornatrium oder durch Erwärmen abgeschieden werden.

Auf die von Berthelot beobachtete Weiterzersetzung des Tricalciumphosphates hat übrigens schon 1873 Warrington[6]), hingewiesen. Nach Warrington zersetzt sich diese Verbindung mit Wasser in saures und basisches Salz. Bei längerem Kochen mit Wasser hat die Verbindung die Zusammensetzung $Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2$.

---

1) Zeitschr. f. analyt. Chem. **36**, 80 (1897).

2) Chem. Ztg. **22**, 691 (1898).

3) Journ. de Pharm. et Chim. (6) 7, 378 (1898).

4) Compt. rend. **132**, 1330 (1901).

5) Compt. rend. **132**, 1274 und 1517 (1901).

6) Journ. of Chem. Soc. (2) **11**, 983 (1873).

Clowes[1]) neutralisiert zur Bestimmung von Phosphaten in der Asche von Magensaft die mit verdünnter Schwefelsäure hergestellte Aschenlösung gegen Phenolphthalein mit 0,1 oder 0,02 norm. Alkali und titriert mit 0,1 oder 0,02 norm. Schwefelsäure bis zum Farbwechsel des Alizarins. Ferner kann die gegen Phenolphthalin neutralisierte Lösung in folgender Weise titriert werden: Die Lösung wird, gegebenenfalls wiederholt, mit 3—4 ccm 0,1 norm. NaOH versetzt, gekocht und nach dem Abkühlen mit 0,1 norm. Schwefelsäure wieder gegen Phenolphthalein neutralisiert, bis zugesetztes Alkali und zurücktitrierte Säure nicht mehr als 0,1 ccm voneinander abweichen. Hierauf versetzt man abermals mit 5 ccm Lauge und Bariumchloridlösung, kocht und neutralisiert nach dem Abkühlen von neuem gegen Phenolphthalein. Das nach dem ersten Verfahren gebrauchte Alkali entspricht dem Übergang von Na_2HPO_4 in NaH_2PO_4; das nach dem zweiten Verfahren demjenigen von Na_3PO_4 in Na_2HPO_4. Das zweite Verfahren soll sich auch direkt mit Magensaft ausführen lassen.

Nach Hirt und Steel[2]) hat sich zur Titration der Phosphorsäure das Citratverfahren von Littmann[3]) am besten bewährt. Das Verfahren wurde jedoch in folgender Weise abgeändert: 25 ccm Phosphorsäurelösung werden mit 3 Tropfen Methylorange versetzt, zunächst mit 1 norm., dann mit 0,1 norm. NaOH gegen Methylorange neutralisiert. Hierzu gibt man 10 ccm Citratlösung[4]) und 0,25 ccm Phenolphthalein und titriert mit Natronlauge, von der 1 ccm bei Anwendung von 0,25 g Substanz 1 % P_2O_5 entspricht, bis zum Auftreten der Rötung.

Nach Schucht[5]) wird bei der Titration der Phosphorsäure in Superphosphat bis zum Umschlag des Methylorange weniger Lauge verbraucht als zur Bildung des primären Phosphates erforderlich ist. Andrerseits setzen sich Eisen- und Aluminiumsalze schon bei der Neutralisation der Lösung gegen Methylorange um und bedingen einen Mehrverbrauch an Alkali. Um diese Übelstände bei der „freien Säure" in Superphosphat zu verhindern, wird zur Phosphatlösung soviel neutrales Oxalat zugesetzt, daß das Calcium als Oxalat ausgefällt und die Eisen- und Aluminiumsalze in komplexe Verbindungen übergeführt werden. Ferner wird diese Lösung erst nach Zusatz von 4 normaler Kochsalzlösung bis zur Neutralisation gegen Methylorange titriert. Den Einfluß von Kochsalz auf die richtige Titration sucht Schucht auch rechnerisch zu beweisen. Die kleine Menge der vorhandenen organischen Säure soll auf den Farbwechsel des Methylorange entgegen anderen Ansichten ohne Belang sein.

Farnsteiner[6]) ist bei Titrationsversuchen von Phosphatlösungen unter Zusatz von Chlorcalcium „zu einer ähnlichen Art des Operierens" wie Emmerling[7]) gelangt. Er bemängelt jedoch den unscharfen Farbenumschlag des Verfahrens insbesondere deshalb, weil dadurch mehrere Titrationen erforderlich werden und infolgedessen zu viel Substanz gebraucht wird. Viel bessere Ergebnisse lassen sich unter Benutzung seines bekannten Verfahrens zur Alkalitätsbestimmung erzielen. Hiernach wird die Phosphatlösung zunächst auf den Umschlag von Methylorange eingestellt, dann eine gemessene Menge Ammoniak und Magnesiumsalz zugesetzt und im Filtrat vom Magnesiumammoniumphosphat der Ammoniaküberschuß mit Lackmus als Indikator zurücktitriert (vergl. Verfahren von Schlickum S. 3).

Nach Versuchen von Cohn[8]) wäre zu schließen, daß die Titration der Phosphate in Superphosphat (wasserlösliche Phosphorsäure) mit Chlorcalcium auch bei Anwesenheit von Eisen- und Aluminiumsalzen dann gute Ergebnisse gibt, wenn die Phosphatlösung genügend verdünnt (1 g Superphosphat auf 350 ccm), ferner ein reichlicher Überschuß von Chlorcalcium nach dem Farbwechsel des Methylorange zugesetzt und der Umschlag gegen Phenolphthalein mit einer

[1]) Chem. Zentralbl. 1903, II, 524.

[2]) Chem. News. 92, 113 (1905).

[3]) Vgl. S. 5.

[4]) 110 g Ätznatron und 192 g Citronensäure löst man in 300 ccm Wasser, kocht zur Vertreibung des Kohlendioxyds auf, neutralisiert mit Natronlauge und Phenolphthalein sehr genau und verdünnt auf 1032 ccm. Zugabe von 1 ccm Alkohol erhöht die Haltbarkeit der Lösung.

[5]) Zeitschr. f. angew. Chem. 18, 1021 (1905) und 19, 184 und 1708 (1906).

[6]) Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- u. Genußm. 13, 305 (1907).

[7]) Vergl. S. 4.

[8]) Chem. Ztg. 32, 375, 573, 718 (1908).

früher titrierten Probe verglichen wird, wobei die erste nicht augenblicklich verschwindende Rotfärbung mit 0,3 norm. NaOH maßgebend ist. Das Mitausfallen von Eisen- und Alumiumphosphaten ist nach Cohn belanglos, da diese als tertiäre Phosphate gefällt werden und infolgedessen ebensoviel Alkali gebraucht wird, wie wenn Phosphorsäure als Tricalciumphosphat niedergefallen wäre. Der Übelstand, daß der Methylorangeumschlag wegen Trübung oft unsicher ist, läßt sich nach Cohns Versuchen durch Anwendung einer Mischung von Indigo mit Methylorange als Indikator beheben, wobei ein scharfer Umschlag in grau zu sehen ist. Titrationsfehler, die durch Ausfallen von Dicalciumphosphat bedingt sind, werden nach Cohn durch das von den Niederschlägen mitgerissene Alkali ausgeglichen.

Moeller[1]) hat unter den von Cohn angegebenen Bedingungen durch direkte Titration von Phosphaten mit Chlorcalcium bei Anwesenheit von Eisen- nnd Aluminiumsalzen zu wenig Phosphat erhalten. Dies erklärt er ebenso wie Schucht (vergl. S. 6). Andererseits ist Moeller der Ansicht, daß der Endpunkt der Titration über die Bildung von Tricalciumphosphat hinausgeht. Durch Ausgleichung beider entgegengesetzten Fehler sind richtige Werte möglich.

Schucht[2]) erhält dagegen mit einer Phosphatlösung nach dem Verfahren von Cohn richtige Ergebnisse. Die Anwesenheit von Eisen- und Tonerdesalzen macht aber auch nach Schucht den Umschlag unscharf und bedingt einen Mehrverbrauch von Alkali. Dieser wird jedoch dadurch ausgeglichen, daß das ausgeschiedene $AlPO_4$ durch Alkali wieder in Lösung geht. Die Ausschaltung des Einflusses der Sesquioxyde läßt sich nach Schucht nur durch Hinzufügen einer die Fällung der Sesqnioxyde hindernden organischen Säure beseitigen. Zur Bestimmung der wasserlöslichen Phosphate in Superphosphaten wird daher die Phosphatlösung zunächst mit normaler Oxalatlösung von den Calciumsalzen bei 70° befreit, wobei ein Überschuß über die Bildung der komplexen Eisen- und Aluminiumsalze zu vermeiden ist. Ein Teil des Filtrates wird hiernach mit 0.5 norm. Lauge bis zur deutlichen Gelbfärbung (bei Indigo-Methylorange bis zur Graufärbnng) titriert. Ein anderes gleiches Volumen wird mit normaler Oxalatlösung versetzt und bis znm Umschlag des Phenolphthaleins titriert. Die Berechnung erfolgt auf Grund der beim Citratverfahren angegebenen Gleichung, wonach auf 1 PO_4 1 NaOH gebraucht wird.

Richmond[3]) hat bei der Titration von Phosphatlösungen mit Erdalkalien bei Benutzung von Methylorange und Phenolphthalein als Indikatoren beobachtet, daß der Phenolphtaleinumschlag sehr unscharf ist und daß die Titration nicht genau in stöchiometrischen Verhältnissen verläuft, sondern daß die Menge der vom Farbwechsel des Methylorange bis zu dem des Phenolphthaleins verbrauchten Lauge sich ändert mit der Konzentration der Lösungen, mit der Art der Zufügung der Lösung und ein wenig mit der Temperatur. Er bezweifelt daher die Zuverlässigkeit der von Doherty[4]) angegebenen Methode zur Bestimmung der Phosphate in Milchasche.

Demgegenüber bemerkt Doherty, daß sein Verfahren nur unter genauer Einhaltung der von ihm angegebenen Bedingungen brauchbare Ergebnisse liefere und daß Richmond diese Bedingungen nicht eingehalten habe.

Pozzi-Escot[5]) bestätigt die Richtigkeit der von Thomson und Joly (vergl. S. 3) gefundenen Ergebnisse. An Stelle von Methylorange könne auch Kongorot und Dimethylbraun verwendet werden. Für Erdalkaliphosphate soll das Verfahren nicht brauchbar sein.

Fiehe und Stegmüller (vergl. S. 1) haben für die Bestimmung der Phosphate in Honigasche das Verfahren von Doherty mit der Abänderung übernommen, daß nicht bis zum Umschlag des Methylorange in gelb, sondern gerade auf die Übergangsfarbe titriert und daß eine bedeutend geringere Konzentration des Chlorcalciums gewählt wird (2 ccm 10%ige Lösung auf 10—20 ccm Phosphatlösung).

Biltz und Marcus[6]) brauchen für die Titration des ersten H-Ions der Phosphorsäure bis zum Umschlag des Methylorange (im Gegensatz zu bisherigen Beobachtungen) regelmäßig mehr Alkali, als der Theorie entspricht. Die bis zum Umschlag des Phenolphthaleins für 2 H-Atome der Phosphorsäure gebrauchte Alkalimenge entspricht dagegen ziemlich gut der Theorie. Die

[1]) Chem. Ztg. 32, 631 (1907).

[2]) Chem. Ztg. 32, 719, 1201 (1908).

[3]) The Analyst 33, 273 (1908).

[4]) Vergl. S. 1.

[5]) Chem. Zentralbl. 1909, II, 1165 nnd 1910, I, 1382.

[6]) Zeitschr. f. anorgan. Chem. 17, 131 (1912).

Differenz zwischen den Farbumschlägen von Methylorange und Phenolphthalein fällt daher immer etwas niedriger aus als die Theorie verlangt. Bei Zusatz von Magnesiumsalzen zu Phosphaten werden bis zum Methylorangeumschlag genau dieselben Ergebnisse erhalten. Der Phenolphthaleinpunkt verschiebt sich nur ein wenig, da nur ein sehr geringer Teil als Trimagnesiumphosphat gefällt wird, was von der Konzentration der Magnesiumchloridlösung ziemlich unabhängig sein soll. Bei Zusatz von Chlorcalcium ändert sich die Menge der vom Umschlag des Methylorange bis zur Phenolphthaleinrötung verbrauchten Alkalilauge mit der Konzentration des Chlorcalciums. Auch bei Zusatz von 3—15 Molen $CaCl_2$ auf 1 P_2O_5 wurde noch nicht die nach der Gleichung S. 2 verlangte Menge Lauge verbraucht. Biltz und Marcus nehmen daher an, daß hierbei ein wesentlicher Teil des Calciumphosphates als sekundäres Salz in Lösung bleibt. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Boraten und Phosphaten titriert man nach Biltz und Marcus zunächst die Phosphate vom Farbwechsel des Methylorange bis zu dem des Phenolphthaleins, setzt dann Mannit zu und titriert bis zur abermaligen Rötung. Hierbei wird etwas mehr PO_4 und weniger Borsäure gefunden als der wirklich vorhandenen Menge entspricht, da die Borsäure zum Teil auch schon ohne Mannit reagiert.

Nach Wagenaar[1]) läßt sich das dritte H-Ion der Phosphorsäure am besten durch Zusatz von Bleinitrat und Neutralisation gegen Phenolphthalein titrieren.

Gottfried[2]) hat das Verfahren von Fiehe und Stegmüller bei Honig nachgeprüft und als brauchbar befunden mit der Abänderung, daß nicht bis zum Farbwechsel des Methylorange in orange (Neutralfarbe), sondern in zitronengelb titriert wird.

III. Vorschrift zur Titration von reinen Phosphatlösungen.

Auf Grund zahlreicher Vorversuche hat sich für die meisten praktischen Zwecke schließlich nachfolgende Vorschrift bewährt:

Das Volumen der Phosphatlösung soll etwa 20 bis 30 ccm betragen und nicht mehr als etwa 70 mg PO_4, entsprechend etwa 15 ccm 0,1 normaler Lauge, enthalten.

Man versetzt die Lösung in einem verschließbaren Kölbchen von Jenaer Glas mit 1 Tropfen Methylorangelösung (1 g in 1 l) und mit 0,1 normaler Salzsäure bis zum Farbumschlag in rosa. Hierauf wird tropfenweise (1 Tropfen = 0,025 ccm) 0,1 normale Lauge bis zum Umschlag in gelb zugegeben, wobei ein gleiches Volumen Wasser, mit 1 Tropfen Methylorange und 1 Tropfen 0,1 normaler Lauge versetzt, als Vergleichslösung dient. Eine scharfe Einstellung läßt sich auch auf einer Unterlage von gelbem Glanzpapier erzielen.

Die auf gelb eingestellte Lösung wird nun mit 30 ccm einer 40%igen neutralen Chlorcalciumlösung[3]) vermischt, bis zum beginnenden Sieden erhitzt, und auf etwa 14° abgekühlt. Auf den durch den Zusatz von Chlorcalcium bewirkten Farbenumschlag in rosa ist keine Rücksicht zu nehmen.

Nun gibt man 2 Tropfen Phenolphthaleinlösung (1 g in 100 ccm 96%igen Alkohols) zu und titriert mit möglichst carbonatfreier 0,1 normaler Natronlauge[4]) unter lebhaftem Umschwenken, bis eben die ganze Flüssigkeit deutlich rot gefärbt ist.

---

[1]) Ch. Weekbl. **45** (1911), Ref. Chem. Zentralbl. **1911**, II, 721.

[2]) Pharm. Zentralh. **53**, 1440 (1912).

[3]) Zur Kontrolle der Neutralität der Lösung dient folgender Versuch: 20 ccm Chlorcalciumlösung werden mit 10 ccm Wasser gemischt und bis zum Sieden erhitzt (zur Entfernung des CO_2); diese erkaltete Lösung, mit 2 Tropfen Phenolphthalein versetzt, soll durch 1 Tropfen 0,1 normaler NaOH deutlich gerötet werden.

[4]) Zur Kontrolle der Carbonatfreiheit der Natronlauge dient folgende Prüfung: für 20 ccm 0,1 normaler Salzsäure sollen vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zur Rötung von Phenolphthalein höchstens 0,15 ccm 0,1 normaler Alkalilauge verbraucht werden.

Hierauf verschließt man das Kölbchen mit einem Gummistopfen, läßt es 2 Stunden in Wasser von etwa 14° stehen, wobei in der Regel wieder Entfärbung eintritt, und titriert mit 0,1 normaler Natronlauge bis zur Rötung nach.

Von der nach dem Zusatz von Chlorcalcium bis zur endgültigen Phenolphthaleinrötung verbrauchten Menge 0,1 normaler Lauge wird als Korrektur für den in der Regel unvermeidlichen Carbonatgehalt der Lauge 1% abgezogen. Der Rest, mit 4,75 multipliziert, ergibt die mg PO_4, mit 3,55 multipliziert, die mg P_2O_5 in der angewandten Lösung.

Für die Titration von mehr als etwa 70 mg PO_4 und für möglichst genaue Untersuchungen ist es erforderlich, die nicht mehr als etwa 20 bis 25 ccm betragende und höchstens etwa 119 mg PO_4 enthaltende Lösung vor der Titration gegen Phenolphthalein bis auf etwa 4° abzukühlen, nach der Titration in Eiswasser zu stellen, in Eiswasser (im Eisschrank) über Nacht stehen zu lassen und erst dann die Nachtitration auszuführen. Außerdem ist für genaue Analysen die Korrektur für den Laugenverbrauch jeweils durch einen blinden Versuch zu ermitteln; für Versuchsreihen mit ungefähr gleichbleibenden Titrationsverhältnissen genügt ein blinder Versuch. Der blinde Versuch ist in folgender Weise auszuführen:

Eine der im Hauptversuch vom Farbwechsel des Methylorange bis zur Rötung des Phenolphthaleins verbrauchten Natronlauge entsprechende Menge 0.1 normaler Salzsäure wird mit Wasser ungefähr auf das Volumen der Phosphatlösung ergänzt, mit ebensoviel Methylorange und Chlorcalciumlösung versetzt wie im Hauptversuch, erhitzt, wieder abgekühlt und nach Zugabe von Phenolphthalein titriert (sofort und nach etwa 24 Stunden) wie im Hauptversuch. Die hierbei von gelb bis zur Rötung von Phenolphthalein verbrauchte Menge Natronlauge wird als Korrektur von der im Hauptversuch verbrauchten Menge abgezogen.

Begründung des Verfahrens. Für die Einstellung der Phosphatlösung auf denjenigen Aciditätsgrad, bei dem alles Phosphat als primäres Salz NaH_2PO_4 vorhanden ist, hat sich die Anwendung von Methylorange unter Benützung der angegebenen Vergleichslösung oder der gelben Unterlage als genügend scharf erwiesen. Die Titration auf gelb wurde der auf eine Übergangsfarbe vorgezogen, weil man durch diese Farbe bereits auf gelb vorbereitet wird und daher etwas sicherer geht, und insbesondere weil dabei eine Vortäuschung von Phosphaten durch die Gegenwart kleiner Mengen von Eisensalzen vermieden wird (vgl. S. 27). Die Titration auf gelb wird daher mit Recht von den meisten Analytikern bevorzugt. Daß die Titration mit Methylorange nicht in der Wärme ausgeführt werden darf, hat schon Lunge[1]) nachgewiesen.

Durch eine große Anzahl von Versuchen wurde festgestellt, daß der Umschlag von Methylorange in gelb unter den in der Vorschrift gegebenen Bedingungen gerade dann eintritt, wenn alles Phosphat in Dihydrophosphation umgesetzt ist und nur eine Spur von Monohydrophosphation sich gebildet hat. Durch den von Schucht (vgl. S. 6) empfohlenen Zusatz von 4-normaler Kochsalzlösung wird allerdings der Alkali-

[1]) Ber. d. Deutsch. chem. Ges. 18, 3290 (1885).

verbrauch für Phosphorsäure beeinflußt, aber in fehlerhafter Weise, weil mehr Alkali verbraucht wird, als zur Bildung der primären Alkaliphosphate erforderlich ist. Die Anwendung von Indigo-Methylorangemischung nach Cohn (vgl. S. 6) dürfte für die Bestimmung der Phosphate in Aschen von Nahrungs- und Genußmitteln im allgemeinen kaum erforderlich sein. Für Beobachter, deren Farbensinn für den Farbwechsel des Methylorange weniger empfindlich ist, könnte jedoch diese Mischung immerhin Vorteile bieten. Die Benutzung anderer Indikatoren an Stelle von Methylorange wird nur in Ausnahmefällen in Frage kommen, wobei natürlich nur solche Indikatoren in Betracht fallen, die ungefähr bei derselben H-Ionenkonzentration Farbwechsel zeigen wie Methylorange. Das von Pozzi-Escot (vgl. S. 7) vorgeschlagene p-Nitrophenol kann aus diesem Grunde nicht empfohlen werden; bei Anwendung von 20 ccm 0,05 normaler NaH_2PO_4-Lösung trat dessen Umschlag erst nach Zusatz von 2 ccm 0,1 normaler Natronlauge äußerst unscharf ein[1]). Eine mit Cochenillelösung versetzte NaH_2PO_4-Lösung zeigt zwar nach Zusatz von etwa 0,1 bis 0,2 ccm 0,1 normaler Lauge oder Säure deutlichen, aber doch nicht so scharfen Umschlag wie mit Methylorange.

Der durch Zusatz von Chlorcalcium bewirkte Rückschlag der auf Methylorangegelb eingestellten Lösung in rosa ist darauf zurückzuführen, daß durch das Chlorcalcium schon vor der Neutralisation gegen Phenolphthalein ein Teil der Phosphate (zum Teil in kolloidaler Form) sich in Di- und Tricalciumphosphat umsetzt, wodurch H-Ionen frei werden. Bei konzentrierten Lösungen treten insbesondere beim Erwärmen Fällungen ein. Ganz falsch ist es daher, den Umschlagspunkt des Methylorange nach Zusatz von Chlorcalcium zu bestimmen, wie es bisher vielfach üblich war.

Sowohl die Phosphat- wie die Chlorcalciumlösung können kleine Mengen Kohlendioxyd enthalten. Da dieses bei der Titration der Lösungen Alkali verbraucht, so könnte hierdurch ein Titrationsfehler von einigen Zehntel ccm 0,1 normaler Alkalilauge entstehen. Es ist daher erforderlich, das Kohlendioxyd vorher zu entfernen, am einfachsten durch Erhitzen der Lösung. Gewöhnliches Glas würde nun hierbei Alkali und Alkalisilikate an die Lösung abgeben; durch das Alkali würde natürlich ein Minderverbrauch, durch die Kieselsäure ein Mehrverbrauch an Alkali bei der Titration bedingt werden; der durch Alkali bewirkte Fehler ist indessen größer als der entgegengesetzte (vgl. Versuche S. 24). Durch Verwendung von Jenaerglas und durch kurzes (nicht länger als etwa $^1/_2$ Minute dauerndes) Aufkochen der Lösung lassen sich diese Fehler vermeiden.

Die älteren Versuche zur Titration der Phosphorsäure bei Gegenwart von Chlorcalcium deuten darauf hin, daß bei reinen Phosphatlösungen die Reaktion vom Farbwechsel des Methylorange bis zu demjenigen des Phenolphthaleins nicht unter allen Umständen im Sinne der Gleichung:

$$2\,NaH_2PO_4 + 3\,CaCl_2 + 4\,NaOH = Ca_3(PO_4)_2 + 6\,NaCl + 4\,H_2O$$

verläuft; vielmehr scheint nach den bisherigen Vorschriften einerseits ein Teil der Phosphorsäure nach der Gleichung:

$$NaH_2PO_4 + CaCl_2 + NaOH = CaHPO_4 + 2\,NaCl + H_2O$$

[1]) Nach den Arbeiten von Fels schlägt Methylorange bei einer H-Ionenkonzentration von $1{,}8 \cdot 10^{-5}$, p-Nitrophenol aber bei $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ in gelb um. Zeitschrift für Elektrochemie 10, 208 (1904).

als sekundäres Salz auszufallen, andererseits ein kleiner Teil des Tricalciumphosphats in Lösung zu bleiben und infolge hydrolytischer Spaltung alkalisch zu reagieren. Endlich ist das ausgefällte Tricalciumphosphat sehr wenig beständig und bildet durch Einwirkung von Wasser je nach den Umständen sehr rasch ein sauer reagierendes Salz. Nach den Untersuchungen von Berthelot und Warrington (vgl. S. 5) scheint diese Hydrolyse im Sinne der nachfolgenden Gleichung vor sich zu gehen:

$$2\,Ca_3(PO_4)_2 + 2\,H_2O = 2\,CaHPO_4 \text{ (schwerlöslich)} + Ca_3(PO_4)_2 \cdot Ca(OH)_2 \text{ (unlöslich).}$$

Infolge der Abscheidung von Dicalciumphosphat und der Löslichkeit von Tricalciumphosphat würde zu wenig, infolge der Hydrolyse zuviel Alkali verbraucht werden. Es ist möglich, daß die entgegengesetzten Fehler zufällig sich ausgleichen können. Andererseits lassen sich je nach der Art der Titration sowohl positive als negative Fehler voraussehen, so daß die vielen Widersprüche in der Beurteilung des Verfahrens erklärlich werden.

Von verschiedenen Seiten wurde nun mit Recht darauf hingewiesen, daß zur Ausfällung des Tricalciumphosphates ein Überschuß von Chlorcalcium anzuwenden sei. Es ist dies einerseits deshalb erforderlich, um durch einen Überschuß von Ca-Ionen die Bildung des Tricalciumphosphates zu begünstigen und somit diejenige des Dicalciumphosphates möglichst zu verhindern, andererseits um das Tricalciumphosphat durch Zurückdrängung seiner Ionisation mit einem gleichionigen Salze möglichst schwer löslich zu machen. Die bisher üblichen Mengen des Chlorcalciumüberschusses betrugen jedoch nicht mehr als das 2 bis 10fache der zur Bildung des tertiären Phosphates erforderlichen Menge. Hierdurch wird zwar mit steigender Chlorcalciumkonzentration eine vollkommenere Abscheidung des Tricalciumphosphates bewirkt, doch entspricht die verbrauchte Lauge noch nicht der theoretischen Menge. Auch hat es sich gezeigt, daß bei diesen Konzentrationen der Phenolphthaleinumschlag unscharf war, weil die Rötung alsbald wieder verschwand. Diese Erscheinung ist offenbar nur durch die Hydrolyse des Tricalciumphosphates im Sinne obiger Gleichung zu erklären. Da nun die Hydrolyse bekanntlich durch Herabsetzung der Temperatur sich vermindert, so wurde eine möglichst quantitative Abscheidung des Tricalciumphosphates durch Zusammenwirken einer außerordentlich hohen Chlorcalciumkonzentration und einer tiefen Temperatur erzielt. Wie die unten angeführten Beleganalysen zeigen, läßt sich der Einfluß der Konzentration des Chlorcalciums sowie der Temperatur auf die Bildung und auf die Hydrolyse des Tricalciumphosphates zeitlich verfolgen. Die Hydrolyse ist bei Zimmertemperatur und bei Anwendung hoher Konzentrationen von Chlorcalcium nicht bedeutend. Bei Temperaturen von 14 bis 15° wird sie noch geringer. Immerhin wird der Endpunkt der Titration beim Farbumschlag des Phenolphthaleins schon etwas unsicher uud nicht immer gleichmäßig, so daß sich insbesondere bei größeren Phosphatkonzentrationen Eiskühlung empfiehlt. Da nicht alles Calciumphosphat sofort als Tricalciumphosphat gefällt wird, und da offenbar der Umsatz des mitgefallenen Dicalciumphosphats in Tricalciumphosphat erst allmählich stattfindet, so muß man die Lösung nach der ersten Titration stehen lassen und zwar bei Temperaturen, bei welchen die Hydrolyse nicht mehr in Betracht kommt.

Der von verschiedenen Seiten gemachte Vorschlag, bei der Titration mehr Alkali zuzusetzen als zur Bildung des Tricalciumphosphates erforderlich ist und dann zurückzutitrieren, muß schon deshalb abgelehnt werden, weil durch die überschüssigen OH-Ionen die Umwandlung des Tricalciumphosphates in basisches Salz nur begünstigt statt verzögert und der Alkaliverbrauch dadurch erhöht wird. Wenn trotzdem die betreffenden Analytiker richtige Werte bekommen haben, so ist dies auf den Zufall zurückzuführen, daß gleichzeitig bei der gewählten Chlorcalciumkonzentration infolge teilweiser Abscheidung von Dicalciumphosphat zu wenig Alkali gebraucht wurde.

Trotz großer Sorgfalt bei der Herstellung und Aufbewahrung von carbonatfreien Laugen kann es vorkommen, daß diese Laugen, zumal mit der Zeit, doch etwas Kohlendioxyd aufnehmen. Ferner lösen sich mit der Zeit Silikate. Auch die Chlorcalciumlösung kann mit der Zeit geringe Mengen von Silikaten aufnehmen. Hierdurch werden kleine Differenzen für den Alkaliverbrauch verursacht, die selbst bei sehr sorgfältig bereiteten Lösungen 0,15 bis 0,20 ccm 0,1 normaler Lauge für etwa 20 bis 25 ccm verbrauchter Lauge betragen.

Für genaue Titrationen ist es erforderlich, den PO_4-Gehalt der Lösung vorher annähernd zu kennen, da bei größeren PO_4-Konzentrationen nur mit Eiskühlung titriert werden soll. Man kann sich darüber durch eine rohe Titration orientieren, indem man die nach Zusatz von Methylorange bis auf gelb eingestellte Lösung mit einigen ccm 40%iger Chlorcalciumlösung und Phenolphthalein versetzt und mit 0,1 normaler Lauge bis zur starken Rotfärbung titriert. Bei etwaigem Substanzmangel ließe sich der Niederschlag nach einigem Stehen abfiltrieren, in wenig überschüssiger 0,1 normaler Salzsäure lösen und nochmals genau titrieren. Die besten Ergebnisse werden nach dem Verfahren erzielt, wenn etwa 50 bis 119 mg PO_4 (entsprechend etwa 10 bis 25 ccm 0,1 n NaOH) austitriert werden, da alsdann die Titrationsfehler so klein sind, daß sie kaum in Betracht kommen. Mehr als etwa 119 mg PO_4 (entsprechend 25 ccm 0,1 n NaOH) zu titrieren, wäre schon deshalb nicht zweckmäßig, weil die meisten Büretten nur 25 ccm fassen. Außerdem würde es bei solchen PO_4-Konzentrationen länger dauern als in der Vorschrift vorgesehen ist, bis sich das Gleichgewicht der Lösung eingestellt hätte.

Beleganalysen.

Durch nachstehende Analysen soll nicht nur bewiesen werden, daß nach der gegebenen Vorschrift richtige Ergebnisse erhalten werden, sondern auch gezeigt werden, inwieweit die Ergebnisse bei Abänderung der einzelnen Bedingungen fehlerhaft werden.

Zu den Analysen wurden reine Lösungen von Di- und Mononatriumphosphat verwendet. Als Dinatriumphosphat diente ein nach S. P. L. Sörensen[1]) bereitetes Salz von der Zusammensetzung $Na_2HPO_4 + 2\,H_2O$, dessen PO_4-Gehalt vorher gewichtsanalytisch bestimmt und der Zusammensetzung genau entsprechend gefunden worden war. Als Mononatriumphosphat wurde ein reines, von Kahlbaum bezogenes Präparat benutzt, dessen gewichtsanalytisch ermittelter PO_4-Gehalt einem Salz von der Zusammensetzung NaH_2PO_4 (ohne H_2O) entsprach. Die Lösungen enthielten genau $^1/_{40}$

[1]) Biochem. Zeitschr. 21, 170 (1909).

oder $^1/_{20}$ Mol PO_4 im Liter, so daß für a ccm der Lösung nach dem Chlorcalciumverfahren zwischen den beiden Farbumschlägen entweder $\frac{a}{2}$ oder a ccm 0,1 normaler Alkalilauge gebraucht werden sollten.

Bei den einzelnen Versuchen wurde teils nur die Phosphatmenge, teils nur die Chlorcalciumkonzentration, teils nur die zur Ausfällung des Tricalciumphosphates eingehaltene Temperatur variiert.

Um den Eintritt des bei der Bildung des Tricalciumphosphates sich einstellenden Gleichgewichtes, sowie auch eine etwaige langsame Hydrolyse dieses Salzes erkennen zu können, wurde der Verbrauch von 0,1 normaler Alkalilauge sofort nach der erstmaligen Titration und sodann nach verschiedenen Zeiten des Stehenlassens ermittelt. Sofern die Hydrolyse praktisch verhindert war, mußte der Verbrauch an Alkali nach einer bestimmten Zeit (wenn die Ausfällung des Tricalciumphosphats beendet war) der Theorie entsprechen und sich dann gleich bleiben, was unter den vorgeschriebenen Bedingungen auch zutraf.

Für je eine Versuchsreihe wurde ein blinder Versuch ausgeführt.

Aus den 3 nachfolgenden Tabellen ist ohne weiteres zu ersehen, daß die zur Titration verbrauchte Laugenmenge abhängig ist

1. von der Temperatur bei der Fällung des Tricalciumphosphates,
2. von der Konzentration des Chlorcalciums,
3. von der Zeit zwischen Zusatz des Chlorcalciums und endgültiger Titration.

Zu den einzelnen in den Tabellen angegebenen Analysen ist noch folgendes zu bemerken:

1. Analysen bei gewöhnlicher Temperatur.

Tabelle 1 zeigt, daß bei gewöhnlicher Temperatur, aber bei Anwendung der in der Vorschrift verlangten Chlorcalciumkonzentration (30 ccm 40%ige Lösung zu etwa 30 ccm Phosphatlösung) nach etwa $^1/_2$—1 stündigem Stehen der Lösung der Theorie annähernd entsprechende Ergebnisse erhalten werden. Der Einfluß der Hydrolyse ist jedoch durch den Mehrverbrauch an Lauge nach längerem Stehen deutlich bemerkbar. Bei geringerer Chlorcalciumkonzentration sind die dadurch verursachten Fehler zu erkennen. Bemerkenswert ist noch der Umstand, daß oft dieselben Phosphatmengen unter äußerlich sonst gleichen Bedingungen sich beim Stehen der Lösungen verschieden verhielten, so daß auf einen ungleichmäßigen Verlauf der Hydrolyse geschlossen werden muß.

2. Analysen bei 14 bis 15°.

Bei ziemlich genauer Einhaltung der Temperatur von 14 bis 15° für die Ausfällung des Tricalciumphosphates wurden mit der vorgeschriebenen Chorcalciumkonzentration nach 2 stündigem Stehen bessere Ergebnisse erhalten. Kleine Abweichungen in Parallelbestimmungen kommen noch vor, offenbar weil bei 15° der Einfluß der Hydro-

Tabelle 1. Einfluß der Konzentration des Chlorcalciums und der Zeit des Verlaufes der Reaktion auf den Verbrauch von Alkali zur Titration von Phosphatlösungen.

Tricalciumphosphatfällung bei Zimmertemperatur.

Angewandte Na_2HPO_4-Lösung	Zugesetzte 0,1 n HCl-Lösung	Zugesetztes Wasser	Zugesetzte 40%ige Chlorcalciumlösung	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot*)					
				sofortige Titration	nach 1/2 Std.	nach 1 Std.	nach 4 Std.	nach 24 Std.	nach 48 Std.
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
a) 0,025 mol. Na_2HPO_4-Lösung									
20	5	—	1	9,6	—	9,7	—	10,4	—
20	5	—	1	9,67	—	9,72	9,82	10,54	10,84
20	5	—	1	9,65	—	9,70	9,80	10,5	10,8
20	5	—	5	9,72	—	9,82	9,92	10,62	10,87
20	5	—	5	9,80	—	9,87	9,96	10,56	10,76
20	5	—	5	9,75	—	9,88	—	10,40	—
20	5	—	10	9,76	—	9,86	—	10,26	—
20	5	—	10	9,85	—	9,90	10,09	10,64	10,89
20	5	—	10	9,87	—	9,92	10,07	10,57	10,87
20	5	—	20	9,79	—	9,99	9,99	10,14	10,3
20	5	—	20	9,73	—	—	9,93	10,03	—
20	5	—	20	9,78	—	9,99	—	10,04	—
20	5	—	25	9,85	—	10,05	10,07	10,12	10,42
20	5	—	25	9,87	—	10,07	10,07	10,17	10,52
50	12,5	—	1	23,53	—	23,78	23,93	25,93	26,63
50	12,5	—	1	23,5	—	23,75	23,90	26,30	26,9
50	12,5	—	5	24,08	—	24,33	24,43	26,33	26,98
50	12,5	—	5	24,10	—	24,3	24,45	26,45	27,0
50	12,5	—	15	24,30	—	24,55	24,65	26,35	27,0
50	12,5	—	15	24,42	—	24,62	24,77	26,57	27,12
50	12,5	—	25	24,3	—	—	25,6	—	—
50	12,5	—	25	24,45	—	—	25,75	—	—
50	12,5	—	30	24,51	—	25,05	25,10	25,50	26,4
50	12,5	—	30	24,60	—	24,85	25,35	26,55	27,05
50	12,5	—	50	24,4	—	24,85	24,85	24,95	—
50	12,5	—	50	24,4	—	—	—	25,6	—
50	12,5	—	50	24,4	—	—	—	25,55	—
50	12,5	—	50	24,4	—	—	—	25,55	—
50	12,5	—	60	24,55	—	25,10	25,10	25,20	26,30
50	12,5	—	60	24,50	—	25,30	25,42	26,3	26,7
50	12,5	—	60	24,45	25,05	25,05	25,15	25,45	26,20
50	12,5	—	60	24,45	25,02	25,10	25,15	25,55	26,15
50	12,5	—	60	24,45	25,10	25,15	25,15	25,45	26,25
50	12,5	—	60	24,40	25,0	25,05	25,10	25,40	26,10

*) Nach dem Ergebnis der blinden Versuche sind bei etwa 15—25 ccm verbrauchter 0,1 n NaOH 0,15—0,2 ccm; bei etwa 10 ccm 0,1 ccm als Korrektur abzuziehen.

Angewandte Na_2HPO_4-Lösung ccm	Zugesetzte 0,1 n HCl-Lösung ccm	Zugesetztes Wasser ccm	Zugesetzte 40%ige Chlorcalciumlösung ccm	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot *)					
				sofortige Titration ccm	nach 1/2 Std. ccm	nach 1 Std. ccm	nach 4 Std. ccm	nach 24 Std. ccm	nach 48 Std. ccm
b) 0,05 mol. Na_2HPO_4-Lösung									
10	5	15	30	9,8	10,0	—	—	—	—
10	5	15	30	9,82	10,05	—	—	—	—
15	7,5	7,5	30	14,60	15,10	—	—	—	—
15	7,5	7,5	30	14,72	15,10	—	—	—	—
20	10	—	35	19,35	—	20,25	—	—	—
20	10	—	35	19,15	—	20,35	—	—	—
25	12,5	10	35	23,96	24,31	25,31	—	—	—
25	12,5	10	35	23,96	24,31	25,25	—	—	—
25	12,5	—	40	24,31	—	25,21	26,21	—	—
25	12,5	—	40	24,25	—	25,52	26,37	—	—
25	12,5	—	40	24,16	25,26	—	—	—	—
25	12,5	—	40	24,31	25,11	—	—	—	—
25	12,5	—	40	—	25,24	—	—	—	—
25	12,5	—	40	—	25,34	—	—	—	—

lyse noch immer bemerkbar ist und weil anderseits nach 2 Stunden der Umsatz in Tricalciumphosphat oft noch nicht beendet ist [1]).

Wenn jedoch für die Titration nicht mehr als etwa 10 ccm 0,1 normaler Alkalilauge gebraucht werden, so sind die Ergebnisse zufriedenstellend. Immerhin ist bei diesem Verfahren das Gefühl der richtigen Ausführung noch nicht so sicher wie in den nachfolgenden Versuchen.

3. Analysen bei Eiskühlung.

Entsprechend der Vorschrift für genaue Analysen wurde bei diesen Analysen die auf den Methylorangefarbenwechsel eingestellte und dann mit Chlorcalcium versetzte, zum Sieden erhitzte Lösung zunächst unter dem Wasserstrahl, dann in Eiswasser gekühlt, bis zum Umschlag in rot titriert, darauf in verschlossenen Kölbchen zunächst in Eiswasser, dann über Nacht im Eisschrank stehen gelassen und am andern Tage zu Ende titriert.

[1]) Auch Tabelle 16 enthält ein Beispiel, woraus hervorgeht, daß nach 2 Stunden die Alkalimenge noch nicht der aus der gewichtsanalytischen Bestimmung berechneten entsprach (die bei Milch mit * bezeichnete Titration).

Tabelle 2. Einfluß der Konzentration des Chlorcalciums und der Zeit des Verlaufs der Reaktion auf den Verbrauch von Alkali zur Titration von Phosphatlösungen.

Tricalciumphosphatfällung bei 14 bis 15°.

Angewandte 0,05 mol. Na_2HPO_4-Lösung	Zugesetzte 0,1 n HCl-Lösung	Zugesetztes Wasser	Zugesetzte 40%ige Chlorcalciumlösung	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot*)				
				sofortige Titration	nach 1 Std.	nach $1^1/_2$ Std.	nach 2 Std.	nach 4 Std.
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
1	0,5	28,5	30	1,04	1,05	—	1,05	1,05
1	0,5	28,5	30	1,02	1,03	—	1,03	1,05
2	1	27	30	2,04	2,06	—	2,07	2,10
2	1	27	30	2,05	2,05	—	2,06	2,06
5	2,5	22,5	30	5,02	5,09	—	5,14	5,14
5	2,5	22,5	30	5,02	5,07	—	5,09	5,11
10	5	15	30	10,03	10,10	—	10,23	10,28
10	5	15	30	10,08	10,28	—	10,30	10,30
15	7,5	7,5	30	14,72	—	—	15,39	—
15	7,5	7,5	30	14,72	15,07	—	15,32	15,70
20	10	—	35	19,57	20,32	—	20,42	20,47
20	10	—	35	19,87	19,99	—	20,49	20,51
25	12,5	—	40	24,64	25,29	25,29	25,29	25,29
25	12,5	—	40	24,64	25,22	25,22	25,27	25,27
25	12,5	—	40	24,64	25,22	25,22	25,27	25,27
25	12,5	10	40	24,64	24,99	25,25	25,30	25,30
25	12,5	10	40	24,64	24,99	25,25	25,27	25,27
25	12,5	10	40	24,59	24,59	25,25	25,30	25,50
25	12,5	—	40	24,75	—	—	25,35	—
25	12,5	—	40	24,60	—	—	25,20	—
25	12,5	—	40	24,60	—	—	25,20	—
25	12,5	—	40	24,63	—	—	25,25	—
25	12,5	—	40	24,70	—	—	25,25	—
25	12,5	—	40	24,65	—	—	25,25	—
25	12,5	—	40	24,60	—	—	25,20	—
25	12,5	—	40	24,55	—	—	25,25	—
25	12,5	10	40	24,63	—	—	25,15	—
25	12,5	10	40	24,60	—	—	25,10	—
25	12,5	10	40	24,60	—	—	25,25	—
25	12,5	10	40	24,63	—	—	25,22	—
25	12,5	10	40	24,60	—	—	25,20	—

*) Nach dem Ergebnis der blinden Versuche sind bei 1—5 ccm verbrauchter 0,1 n NaOH 0,025—0,1 ccm; bei 10—15 ccm 0,15—0,2; bei 20 ccm 0,3 ccm; bei 25 ccm 0,18 ccm (andere Lauge!) als Korrektur abzuziehen.

Tabelle 3. Einfluß der Konzentration des Chlorcalciums und der Zeit des Verlaufes der Reaktion auf den Verbrauch von Alkali zur Titration von Phosphatlösungen.

Tricalciumphosphatfällung bei Eiskühlung.

Angewandte Na_2HPO_4-Lösung	Zugesetzte 0,1 n HCl-Lösung	Zugesetztes Wasser	Zugesetzte 40%ige Chlorcalciumlösung	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot*)					
				sofortige Titration	nach 1 Std.	nach 4 Std.	nach 24 Std.	nach 48 Std.	nach 72 Std.
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
				a) 0,025 mol. Na_2HPO_4-Lösung.					
2	0,5	47,5	1	1,0	1,0	1,05	1,07	—	—
2	0,5	47,5	5	1,0	1,0	1,05	1,07	—	—
2	0,5	47,5	12,5	1,0	1,0	1,05	1,07	—	—
2	0,5	47,5	25	1,0	1,0	1,05	1,07	—	—
2	0,5	47,5	50	1,0	1,0	1,05	1,07	—	—
20	5	—	1	9,7	9,75	9,80	9,9	10	10,3
20	5	—	1	9,7	9,75	9,80	9,9	10,15	10,55
20	5	—	5	9,73	9,78	9,83	10,08	10,28	10,58
20	5	—	5	9,75	9,80	9,85	9,95	10,18	10,48
20	5	—	10	9,83	9,91	9,96	10,06	10,11	10,18
20	5	—	10	9,85	9,90	9,95	10,10	10,15	10,17
20	5	—	20	9,73	9,78	9,83	9,98	10,13	10,18
20	5	—	20	9,73	9,78	9,83	9,98	10,13	10,18
20	5	—	25	9,85	9,87	9,92	10,05	10,07	10,09
20	5	—	25	9,85	9,9	10,14	10,04	10,16	10,19
50	12,5	—	1	23,96	24,16	24,26	—	26,06	—
50	12,5	—	1	23,6	23,75	23,85	24,85	25,85	26,55
50	12,5	—	1	23,5	23,65	23,75	24,05	25,1	25,9
50	12,5	—	5	24,35	24,55	24,65	—	26,35	—
50	12,5	—	5	24,0	24,1	24,25	24,55	25,35	25,95
50	12,5	—	5	23,95	24,15	24,25	24,45	25,45	26,15
50	12,5	—	12	24,35	24,45	24,55	—	26,05	—
50	12,5	—	15	24,20	24,35	24,42	24,65	24,75	25,15
50	12,5	—	15	24,15	24,3	24,5	25,0	25,55	26,05
50	12,5	—	25	24,4	24,5	—	25,05	—	—
50	12,5	—	25	24,4	24,5	24,85	—	25,25	—
50	12,5	—	30	24,40	24,60	24,70	25,15	25,25	25,30
50	12,5	—	30	24,35	24,55	24,75	25,15	25,25	25,35
50	12,5	—	50	24,6	24,71	24,95	25,05	25,05	—
50	12,5	—	50	24,5	24,7	—	25,05	25,10	25,15
50	12,5	—	50	24,5	24,65	—	25,05	25,10	25,10
50	12,5	—	50	24,4	—	—	25,10	—	—
50	12,5	—	50	24,4	—	—	25,05	—	—
50	12,5	—	50	24,4	—	—	25,05	—	—
50	12,5	—	50	24,46	24,66	24,81	25,05	25,10	—
50	12,5	—	60	24,4	24,6	25,05	25,15	25,20	25,20
50	12,5	—	60	24,30	24,45	25,05	25,15	25,20	25,20

*) Nach dem Ergebnis der blinden Versuche sind für etwa 15—20 ccm verbrauchter 0,1 n NaOH 0,15 ccm; für etwa 5—10 ccm 0,1 ccm; für 1—5 ccm 0,05 ccm als Korrektur abzuziehen.

Angewandte Na_2HPO_4-Lösung	Zugesetzte 0,1 n HCl-Lösung	Zugesetztes Wasser	Zugesetzte 40%ige Chlorcalciumlösung	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot*)					
				sofortige Titration	nach 1 Std.	nach 4 Std.	nach 24 Std.	nach 48 Std.	nach 72 Std.
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
b) 0,05 mol. Na_2HPO_4-Lösung.									
1	0,5	28,5	30	1,0	—	—	1,05	1,07	—
1	0,5	28,5	30	1,0	—	—	1,05	1,07	—
2	1	27	30	1,98	—	—	2,08	2,10	—
2	1	27	30	1,98	—	—	2,08	2,10	—
5	2,5	22,5	30	4,95	—	5,05	5,10	5,15	—
5	2,5	22,5	30	4,95	—	5,05	5,10	5,15	—
10	5	15	30	9,79	—	9,99	10,09	10,09	—
10	5	15	30	9,9	—	10,05	10,10	10,12	—
15	7,5	7,5	30	14,7	—	14,95	15,15	15,15	—
15	7,5	7,5	30	14,7	—	14,95	15,15	15,15	—
20	10	—	35	19,56	—	19,91	20,10	20,10	—
20	10	—	35	19,56	—	19,91	20,10	20,10	—
25	12,5	—	25	24,4	—	24,6	24,8	25,1	—
25	12,5	—	25	24,45	—	24,55	24,77	25,05	—
25	12,5	—	40	24,4	—	24,95	25,15	25,15	—
25	12,5	—	40	24,45	—	25,0	25,10	25,10	—
25	12,5	—	40	24,7	—	—	25,15	—	—
25	12,5	—	40	24,65	—	—	25,15	—	—
25	12,5	—	40	24,76	—	—	25,15	—	—
25	12,5	10	40	24,50	—	—	25,17	—	—
25	12,5	10	40	24,60	—	—	25,15	—	—

Es ist ohne weiteres aus der Tabelle zu entnehmen, daß bei Einhaltung der vorgeschriebenen Chlorcalciumkonzentration die Hydrolyse nunmehr praktisch ausgeschaltet ist, da die Lösungen meistens selbst nach 48 Stunden kaum noch 1 Tropfen 0,1 normale Alkalilauge gebrauchen. Man ist deshalb unter diesen Umständen auch in der Lage, gegebenenfalls durch eine zweite Nachtitration die richtige Einstellung des Gleichgewichts nachzukontrollieren, während dies bei 15° nicht möglich ist. Auch bei ziemlich weitgehenden Abweichungen von der vorgeschriebenen Chlorcalciumkonzentration, wie sie vielleicht vorkommen können, bleiben die Ergebnisse noch übereinstimmend. Auch unabhängig voneinander arbeitende Analytiker kommen bei dieser Ausführungsform zu genau den gleichen Ergebnissen.

IV. Anwendung des Verfahrens zur Bestimmung der Phosphate in der Asche von Lebensmitteln.

Nachdem an reinen Phosphatlösungen befriedigende Analysenergebnisse erhalten worden waren, mußte zur Beurteilung der Anwendbarkeit des Verfahrens noch geprüft werden, inwieweit es durch die in der Asche von Lebensmitteln sonst noch enthaltenen Stoffe beeinflußt wird.

Zu diesem Zwecke wurden zunächst Lösungen derjenigen in Aschen vorkommenden Einzelstoffe, von denen eine störende Beeinflussung vorauszusehen war, im blinden Versuch für sich sowie in Mischungen mit Phosphatlösungen nach der Vorschrift titriert. Das Verfahren wurde dann soweit abgeändert, um Störungen infolge der Gegenwart einzelner oder mehrerer dieser Stoffe tunlichst auszuschließen.

Auf Grund der hierbei gesammelten Erfahrungen wurde dann das Analysenverfahren unmittelbar auf die Asche solcher Lebensmittel angewandt, bei denen die Phosphatbestimmung hauptsächlich in Betracht kommt.

Die Ergebnisse wurden durch Vergleich mit den auf gewichtsanalytischem Wege erhaltenen Resultaten kontrolliert.

Einfluß von Pyro- und Metaphosphaten.

Sofern das in den Lebensmitteln vorhandene Alkali nicht ausreicht, um alle Wasserstoffatome der Phosphorsäure abzusättigen, hinterbleibt bei der Veraschung die Phosphorsäure entweder als Pyro- oder als Metaphosphat, da primäre und sekundäre Orthophosphate im Sinne der nachfolgenden Gleichungen Wasser abgeben.

1) $NaH_2PO_4 = NaPO_3 + H_2O$

2) $2Na_2HPO_4 = Na_4P_2O_7 + H_2O.$

Um den Einfluß dieser Salze auf das Verfahren quantitativ verfolgen zu können, wurde von den oben beschriebenen 0,05 molaren Lösungen von Mono- und Dinatriumphosphat ausgegangen.

Gemessene Volume dieser Lösungen wurden in Platinschalen zur Trockene verdampft, der Rückstand nach Aufsetzen eines Platindeckels über einem Spiritusbrenner (zur Vermeidung der bei Leuchtgas unvermeidlichen Aufnahme von Schwefeldioxyd) geglüht und mit Wasser zu dem ursprünglichen Volumen gelöst. Die Acidität dieser Lösungen gegenüber Methylorange blieb ganz oder sehr annähernd gleich derjenigen der ursprünglichen Lösungen.

Hieraus wäre zu schließen, daß bei der Titration des aus 2 Mol Na_2HPO_4 entstandenen $Na_4P_2O_7$ der Farbenwechsel des Methylorange eintritt, wenn das Pyrophosphat eben in $Na_2H_2P_2O_7$ übergegangen ist.

Bei der weiteren Titration nach dem Chlorcalciumverfahren verbrauchen, wie aus nachfolgenden Versuchen hervorgeht, die entstandenen Pyrophosphate etwas mehr als die Hälfte 0,1 normaler Alkalilauge gegenüber den ursprünglichen Orthophosphatlösungen, während bei den Metaphosphaten im Mittel nur etwa $^1/_{20}$ des Alkalis gebraucht wird wie für die ursprüngliche Orthophosphatlösung, so daß es fast den Eindruck macht als ob

$$1\,\text{Mol}\ Na_4P_2O_7\quad 2\,NaOH$$
$$1\,\text{Mol}\ NaPO_3\quad 0\,NaOH$$

verbrauchen würde, wenn nicht durch das Verfahren schon eine teilweise Überführung in Orthophosphat stattgefunden hätte.

Tabelle 4. Titration von Pyro- und Metaphosphaten.

Angewandte ursprüngliche Lösungen, die zur Überführung in Pyro- oder Metaphosphat eingedampft und geglüht werden	Verbrauch von 0,1 n HCl bis zum Farbwechsel des Methylorange in rosa	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbumschlag des Methylorange in gelb bis zur Rötung des Phenolphthaleins bei der Titration nach der Vorschrift Seite 8		
		vor der Einwirkung von HCl	nach 2—3stündigem Erhitzen auf dem Wasserbade mit 5—10 ccm 0,1 n HCl	
			ohne Eindampfen	unter Eindampfen auf etwa 1 ccm
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
		a) 0,05 mol. Na_2HPO_4-Lösung.		
20	9,86	11	—	—
20	9,78	10,17	—	—
20	9,9	—	15,09	—
25	12,36	—	23,75	—
25	12,36	—	—	25,05
25	12,36	—	—	24,85
		b) 0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung.		
20	0,1	1,68	—	—
20	0,05	0,8	—	—
20	—	—	19,0	—
20	—	—	18,5	—
25	—	—	24,32	—
20	—	—	—	20,05
25	—	—	—	24,92

Unter diesen Umständen ist es erforderlich, die in Aschen etwa entstandenen Pyro- und Metaphosphate vor der Titration wieder in Orthophosphate überzuführen. Hierbei wäre es vorteilhaft, die Bedingungen dieser Umwandlung so zu wählen, daß sich gegebenenfalls die Phosphatbestimmung direkt mit der Alkalitätsbestimmung verbinden läßt. Die Umwandlung der Meta- und Pyrophosphate wird gewöhnlich durch starke Säuren bewirkt. Dies würde bei der nachfolgenden Titration gegen Methylorange aber einen großen Verbrauch von Alkali bedingen, wodurch allein schon die Alkalitätsbestimmung an Genauigkeit einbüßt. Es kommt nun aber ferner in Betracht, daß die Laugen gewöhnlich kleine Mengen von Silikaten enthalten, wodurch auch die Phosphatbestimmung störend beeinflußt würde (vgl. Seite 24). Für genauere Bestimmungen kann daher nur die Behandlung der Pyro- und Metaphosphate mit kleinen Mengen verdünnter Säure in Frage kommen. Aus den in Tabelle 4 angeführten Versuchen ergibt sich nun, daß die Umwandlung der Pyro- und Metaphosphate bei einem Überschuß von 5 bis 10 ccm 0,1 normaler Säure nur dann annähernd quantitativ verläuft, wenn die saure Lösung während der Erhitzung auf dem Wasserbade bis zu einigen ccm eingedampft wird. Hierbei sind kleine Salzsäureverluste kaum zu vermeiden, so daß dann die Alkalitätsbestimmung durch Zurücktitrieren nicht mehr ausführbar ist. Da nun oben gezeigt wurde, daß die Pyro- und Metaphosphate in ihrer Acidität gegen Methylorange den ursprünglichen Orthophosphaten entsprechen, so wäre es richtiger, die Alkalität vor der Umwandlung zu bestimmen und hernach die Lösung mit einigen

ccm starker Salzsäure vollkommen einzudampfen, wobei der Säureüberschuß unschädlich gemacht würde.

Noch zweckmäßiger aber dürfte es sein, bei der Herstellung der Asche soviel 0,1 normaler Na_2CO_3 zuzusetzen, daß die Bildung von Pyro- und Metaphosphaten überhaupt verhindert und alle Phosphorsäure in Orthophosphat übergeführt wird. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Boraten, die man quantitativ bestimmen will, ist diese Veraschungsart ohnehin erforderlich.

Einfluß von Boraten und Silikaten.

Daß Borate und Silikate bei dem gewählten acidimetrischen Titrationsverfahren Phosphate vortäuschen können, ergibt sich schon aus der bekannten Tatsache, daß Alkalien und Säuren mit Methylorange als Indikator ohne Rücksicht auf die Gegenwart von Kiesel- und Borsäure titriert werden können, daß dagegen beide Säuren gegenüber Phenolphthalein sich als Säuren verhalten, ohne dabei in stöchiometrischen Verhältnissen titrierbar zu sein. Die diesbezüglichen Versuche wurden daher zunächst nur zu dem Zwecke ausgeführt, um ein ungefähres Bild über die Größe des möglichen Fehlers bei der Analyse der Asche von Lebensmitteln zu gewinnen. Hierbei ergaben sich für Borsäure unerwartete neue Tatsachen.

a) Einfluß von Boraten.

Es fanden nachfolgende Lösungen Verwendung:

Von reinem kristallisierten Borax wurden aus dem Innern eines sehr großen Kristalls 0,05 Mol = 19,115 g $Na_2B_4O_7 \cdot 10\,H_2O$ zu 1 l gelöst.

Von reiner, über Schwefelsäure getrockneter Borsäure wurde 0,1 Mol = 6,2 g $B(OH)_3$ zu 1 l gelöst.

0,1 bis 10 ccm Boraxlösung wurden mit 1 Tropfen Methylorange und soviel 0,1 normaler Salzsäure versetzt, bis Rötung eintrat und somit die Borsäure vollständig als solche in der Lösung vorhanden war. Die durch Wasser auf gleiche Volume (20 bis 25 ccm) ergänzten Lösungen wurden durch 1 bis 2 Tropfen (0,025 ccm) 0,1 normaler Alkalilauge auf gelb eingestellt und weiter in genau derselben Weise wie Phosphate unter Chlorcalciumzusatz titriert. Zum Vergleich wurde auch die Menge 0,1 normaler Lauge ermittelt, die ohne Zusatz von Chlorcalcium vom Farbwechsel des Methylorange bis zur Rötung des Phenolphthaleins verbraucht wurde. Entsprechend der Boraxlösung wurden auch 1 bis 20 ccm Borsäurelösung mit Wasser auf dieselben Volume ergänzt und mit und ohne Chlorcalciumzusatz titriert.

Es ergab sich nun die Tatsache, daß die Borsäure nach dem Chlorcalciumverfahren bei kleineren Mengen fast in stöchiometrischen Verhältnissen als einbasische Säure austitriert wird, ohne daß hierbei etwa Calciumborat ausfällt (siehe Tabelle 5 Spalte b)[1]).

[1]) Durch Steigerung der Konzentration des Chlorcalciums wird die Titration fast ebenso genau wie diejenige mit Glycerin und Mannit. Ich werde an anderer Stelle hierauf zurückkommen.

Tabelle 5. Titration von Borsäure- und Boraxlösungen.

Angewandte Lösungen		Zugesetztes Wasser	Verbrauch von 0,1 n HCl bis zum Farbumschlag des Methylorange in rosa	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zur Rötung des Phenolphthaleins			
0,1 molare H_3BO_3-Lösung	0,05 molare $Na_2B_4O_7$-Lösung			a) ohne Zusätze	b) nach Zusatz von Chlorcalcium (nach der Vorschrift S. 8 titriert)	c) nach Zusatz von Natriumcitrat (nach der Vorschrift S. 24 titriert)	d) nach Zusatz von Natriumcitrat und Mannit
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
1	—	24	0,025	0,25	—	0,00	0,92
1	—	24	0,025	0,20	—	0,00	0,92
2	—	23	0,025	0,425	—	0,00	1,92
2	—	23	0,025	0,40	—	0,00	1,92
5	—	20	0,025	1,05	—	0,00	4,90
5	—	20	0,025	0,90	—	0,00	4,90
10	—	10	0,025	2,08	—	0,00	9,84
10	—	10	0,025	1,80	—	0,00	9,90
20	—	5	0,05	3,90	—	0,20	19,84
20	—	5	0,05	4,10	—	0,15	19,80
—	1	18	1,02	—	—	0,00	1,96
—	1	18	1,02	—	—	0,00	1,98
—	1	18	1,02	—	—	0,00	2,02
—	2	16	2,02	—	—	0,00	4,03
—	2	16	2,02	—	—	0,00	4,08
—	5	10	5,09	—	—	0,10	10,00
—	5	10	5,09	—	—	0,10	10,14
—	10	—	10,14	—	—	0,25	20,03
—	10	—	10,14	—	—	0,25	20,03
—	10	—	10,14	—	—	0,30	19,98
—	0,1	30	0,1	—	0,30	—	—
—	0,5	29	0,5	—	1,05	—	—
—	1	28	1,02	—	1,95	—	—
—	2	26	2,02	—	4,00	—	—
—	5	20	5,05	—	10,02	—	—
—	5	20	5,05	—	10,05	—	—
—	10	—	10,14	—	19,58	—	—
—	10	—	10,14	—	19,48	—	—

Bei gleichzeitiger Gegenwart von Phosphaten wurde nach dem Chlorcalciumverfahren annähernd soviel Alkali verbraucht als den Phosphaten und der Borsäure zusammen entspricht (siehe Tabelle 8, Spalte a).

Hieraus ergibt sich, daß für die Phosphatbestimmung nach dem Chlorcalciumverfahren Borsäure vorher entfernt werden muß. Dies läßt sich durch wiederholtes Eindampfen der borsäurehaltigen Lösung mit konzentrierter Salzsäure oder besser mit einer Mischung von Methylalkohol und konzentrierter Salzsäure erreichen. Sofern allerdings die Borsäure in derselben Aschenlösung quantitativ bestimmt werden sollte, könnte diese einfache Maßnahme nicht in Frage kommen. Vielmehr würde sich dann die Abtrennung der Borsäure recht umständlich gestalten.

Es wurden daher Versuche ausgeführt, um gegebenenfalls die Phosphorsäure neben Borsäure ohne Anwendung von Chlorcalcium zu titrieren, indem man die schon vorhandenen Calciumsalze, Magnesiumsalze usw. nach dem Vorgange von Littmann (vgl. Seite 5) durch Zusatz von Natriumcitrat unschädlich machte. Die Versuche in dieser Richtung (Tabelle 5 und 8) ergaben

1. daß Borsäure bei Gegenwart von genügend neutralem Trinatriumcitrat neutral oder (in größeren Mengen) fast neutral reagiert (Tabelle 5, Spalte c);

2. daß auf den Farbwechsel des Methylorange eingestellte citrathaltige Phosphatlösungen auch bei Gegenwart von Boraten fast genau nach der Gleichung:

$$NaH_2PO_4 + NaOH = Na_2HPO_4$$

titriert werden können (Tabelle 8, Spalte b);

3. daß auch in Mischungen mit Phosphaten und Silikaten, in denen die Phosphate nach dem Citratverfahren bis zur Rötung von Phenolphthalein austitriert waren, nach Zusatz von Mannit die Borsäure annähernd als einbasische Säure bis zur abermaligen Rötung des Phenolphthaleins austitriert werden kann (Tabelle 5, Spalte d; Tabelle 8, Spalte c). Da in einer besonderen Arbeit auf diese Bestimmung der Borate neben Phosphaten eingegangen werden soll, sind hier vorläufig nur die Belegzahlen der Tabelle 5 und 8 wiedergegeben.

Zur Bestimmung der Phosphate neben Boraten, wenn man nicht die Borsäure vertreiben will, empfiehlt sich somit die Titration ohne Chlorcalcium, aber mit Natriumcitratzusatz, wobei zwischen dem Methylorange- und Phenolphthaleinumschlag nur soviel Lauge verbraucht wird, als dem Übergang von NaH_2PO_4 in Na_2HPO_4 entspricht, also nur halb soviel wie bei dem Chlorcalciumverfahren. Daß dies auch bei Gegenwart von Calcium- und Magnesiumsalzen (wie sie in Aschenlösungen in der Regel vorhanden sind) zutrifft, zeigen die in Tabelle 6 wiedergegebenen Versuche.

Tabelle 6. Titration von Calciumchlorid und Magnesiumsulfat enthaltenden Phosphatlösungen nach dem Citratverfahren.

Angewandte Lösungen			Verbrauch von 0,1 n NaOH bis zum Farbwechsel des Methylorange in gelb	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbwechsel des Methylorange in gelb bis zur Rötung des Phenolphthaleins (Vorschrift S. 24)
0,05 molare NaH_2PO_4-Lösung ccm	0,075 molare $CaCl_2$-Lösung ccm	0,075 molare $MgSO_4$-Lösung ccm	ccm	ccm
1	20	—	0,00	0,51
2	20	—	0,00	1,05
5	15	—	kaum 0,025	2,44
10	10	—	„ 0,025	5,10
20	20	—	0,05	9,96
25	25	—	0,05	12,45
1	—	20	0,00	0,55
2	—	20	0,00	1,07
5	—	15	0,00	2,56
10	—	10	kaum 0,025	4,97
20	—	20	„ 0,025	10,00
25	—	25	„ 0,025	12,55

Für die Ausführung des **Citratverfahrens** hat sich folgende Vorschrift als zweckmäßig erwiesen:

Die auf den Farbwechsel des Methylorange nach der Vorschrift S. 8 auf gelb eingestellte, etwa 20 ccm betragende, von Kohlendioxyd befreite Phosphatlösung wird mit dem gleichen Volumen einer 40%igen neutralen Trinatriumcitratlösung[1]) versetzt. Nun gibt man 2 Tropfen Phenolphthalein (1 Tropfen auf je 20 ccm der Mischung) zu und titriert mit möglichst carbonatfreier 0,1 normaler Lauge bis zum Eintritt der auf gelber Unterlage zuerst sichtbaren Rötung, stellt 20 Minuten in Eiswasser und titriert die inzwischen wieder entfärbte Lösung nach.

Bei dieser Titrationsweise entsprechen nicht wie bei dem Chlorcalciumverfahren 2 NaOH 1 PO_4, sondern 1 NaOH sehr annähernd 1 PO_4 (1 ccm 0,1 normale Lauge = 9,5 mg PO_4). Durch einen Fehler von 0,1 ccm 0,1 normaler Lauge bei der Titration wird daher ein Fehler von 0,95 (gegen 0,475) mg PO_4 bedingt.

Bei schwächeren als in der Vorschrift gewählten Citratkonzentrationen reagiert die Borsäure gegen Phenolphthalein nicht mehr neutral. Die Konzentration wurde außerdem in dieser Höhe bemessen, damit sie gegebenenfalls auch für die Titration der tertiären Ferri- und Aluminiumphosphate ausreicht (vergl. S. 33).

Nur bei Kühlung in Eiswasser entspricht die verbrauchte Menge Lauge der berechneten fast genau. Mit zunehmender Temperatur tritt der Umschlag des Phenolphthaleins in rot viel früher ein. Dies ist auf die zunehmende Hydrolyse des bei der Titration gebildeten sekundären Phosphates nach der Gleichung:

$$Na_2HPO_4 + H_2O = NaH_2PO_4 + NaOH$$

zurückzuführen.

Die Konzentration des Phenolphthaleins ist ebenfalls genau einzuhalten, nämlich 1 Tropfen auf je 20 ccm Lösung. Durch jeden Tropfen Phenolphthalein mehr tritt der Umschlag um 0,1 ccm der 0,1 normalen Lauge früher ein, da bei höherer Phenolphthaleinkonzentration die Säurenatur des Phenolphthaleins gegenüber dem Mononatriumphosphat zur Geltung kommt.

Wenn größere Mengen von Phosphat zu bestimmen sind oder wenn nicht mit möglichst carbonatfreier Lauge (Kontrolle s. S. 8) titriert wird, so ist es erforderlich, durch einen blinden Versuch zu ermitteln, wieviel 0,1 n Natronlauge für das bei der Titration aus dem Carbonat in Freiheit gesetzte Kohlendioxyd verbraucht wird. Zu diesem Zwecke wird eine der im Hauptversuch verbrauchten Natronlauge entsprechende Menge 0,1 normale Salzsäure mit der gleichen Natronlauge und unter den gleichen Bedingungen titriert. Die hierbei vom Farbumschlag des Methylorange in gelb bis zur Rötung des Phenolphthaleins verbrauchte Menge Alkalilauge ist von der im Hauptversuch verbrauchten Menge abzuziehen.

b) Einfluß von Kieselsäure.

1—20 ccm einer wässerigen Lösung von Na_2SiO_3, die nach einer gewichtsanalytischen Bestimmung 0,8 mg SiO_2 in 1 ccm enthielt, wurden mit 1 Tropfen

[1]) 400 g reinstes kristallisiertes Salz werden in 600 ccm ausgekochtem, noch heißem Wasser gelöst. 20 ccm der Lösung, die etwa 1,4 normal ist, sollen nach Zusatz des gleichen Volumens ausgekochten Wassers und von 2 Tropfen Phenolphthalein bei Eiskühlung durch 1 Tropfen 0,1 normaler Alkalilauge deutlich gerötet werden.

Methylorange und soviel 0,1 normaler Salzsäure versetzt, bis Farbwechsel in rosa eintrat, so daß alle Kieselsäure als solche in Lösung war. Die mit Wasser auf das gleiche Volumen ergänzte Lösung wurde nun in derselben Weise wie Phosphatlösungen nach dem Chlorcalciumverfahren titriert. Zum Vergleich wurden die auf den Umschlag von Methylorange eingestellten Lösungen auch für sich ohne Zusatz von Chlorcalcium bis zum Phenolphthaleinumschlag titriert. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 (Spalte a und b) zusammengestellt.

Tabelle 7. Titration von Silikatlösungen.

Natriumsilikatlösung: In 1 ccm 0,8 mg SiO_2.

Angewandte Lösung	Zugesetztes Wasser	Verbrauch von 0,1 n HCl bis zum Farbwechsel des Methylorange in rosa	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbumschlag des Methylorange in gelb bis zu dem des Phenolphthaleins in rot			
			a) ohne Zusätze	b) nach Zusatz von Chlorcalcium (nach der Vorschrift S. 8 titriert)	c) nach Zusatz von Natriumcitrat (nach der Vorschrift S. 24 titriert)	d) nach Zusatz von Natriumcitrat und Mannit
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
1	29	0,35	0,05	—	0,05	0,05
1	29	0,35	0,07	—	0,05	0,05
2	28	0,65	0,07	—	0,05	0,05
2	28	0,65	0,07	—	0,05	0,05
5	25	1,60	0,10	—	0,05	0,05
5	25	1,60	0,12	—	0,07	0,07
10	20	3,12	0,15	—	0,07	0,07
10	20	3,20	0,15	—	0,07	0,07
20	10	6,30	0,27	—	0,10	0,10
20	10	6,30	0,27	—	0,15	0,15
30	—	9,52	0,3	—	0,17	0,17
30	—	9,52	0,27	—	0,15	0,15
1	29	0,30	—	0,10	—	—
1	29	0,30	—	0,05	—	—
2	28	0,70	—	0,15	—	—
2	28	0,67	—	0,10	—	—
3	27	1,00	—	0,10	—	—
3	27	0,97	—	0,17	—	—
4	26	1,30	—	0,15	—	—
4	26	1,30	—	0,22 (Fällung)	—	—
5	25	1,60	—	0,17	—	—
5	25	1,60	—	0,17	—	—
10	20	3,05	—	0,30 (Fällung)	—	—
10	20	3,12	—	0,30 „	—	—
20	10	6,30	—	0,65 „	—	—
20	10	6,30	—	0,70 „	—	—
30	—	9,52	—	1,20 „	—	—
30	—	9,52	—	1,25 „	—	—

Hiernach wird in reinen Silikatlösungen nach Zusatz von Chlorcalcium etwas mehr Lauge verbraucht als ohne Chlorcalcium. 16 mg SiO_2 können bereits 3 mg PO_4 vortäuschen. Schon bei 3 mg SiO_2 ist eine Fällung von Calciumsilikat zu beobachten, so daß der Mehrverbrauch von Alkali bei der Titration nach dem Chlorcalciumverfahren offenbar durch eine Reaktion nach der Gleichung

$$H_2SiO_3 + CaCl_2 = CaSiO_3 + 2\ HCl$$

bedingt ist.

Es war zwar nicht anzunehmen, daß sich bei gleichzeitiger Gegenwart von Phosphaten die Beeinflussung der Titration durch Silikate anders verhalte. Der Sicherheit halber wurden jedoch einige Versuche ausgeführt, wobei sich nichts Neues ergab (s. Tabelle 8, Spalte a).

Tabelle 8. Titration von Phosphaten neben Boraten oder Silikaten.

Angewandte Lösungen			Zugesetztes Wasser	Zugesetzte 0,1 n HCl bis zum Farbumschlag des Methylorange in rosa	Verbrauch von 0,1 n NaOH vom Farbumschlag des Methylorange in gelb bis zur Rötung des Phenolphthaleins		
0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung	Silikatlösung (1 ccm = 0,8 mg SiO_2)	0,05 mol. Boraxlösung			a) nach Zusatz von Chlorcalcium (nach der Vorschrift S. 8 titriert)	b) nach Zusatz von Natriumcitratlösung (nach der Vorschrift S. 24 titriert)	c) nach Zusatz von Natriumcitrat und Mannit
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
2	—	10	—	10,14	20,68 [1]	—	—
5	—	5	5	5,10	14,88	—	—
5	—	2	11	2,05	9,02	—	—
20	—	1	—	1,05	22,03	—	—
2	—	10	—	10,14	—	1,30	1,30 + 19,98
5	—	5	5	5,10	—	2,65	2,65 + 10,20
10	—	2	6	2,05	—	4,93	4,93 + 4,03
20	—	1	—	1,02	—	10,04	10,04 + 2,00
5	25	—	—	7,90	6,12	—	—
10	20	—	—	6,30	10,75	—	—
20	10	—	—	3,15	20,53	—	—
5	25	—	—	7,80	—	2,62	2,65
5	25	—	—	7,80	—	2,67	2,67
10	20	—	—	6,30	—	5,10	—
10	20	—	—	6,30	—	5,20	5,25
20	10	—	—	3,15	—	10,03	—
20	10	—	—	3,15	—	10,03	10,05

Die störende Wirkung der Silikate auf das Verfahren läßt sich nun ohne weiteres durch Abscheidung der Kieselsäure mittels Eindampfen der Lösung mit Salz- oder Salpetersäure beseitigen. Nimmt man den Rückstand der mit Säure ein-

[1]) Bei größeren Borsäuremengen genügt die vorgeschriebene Konzentration der Chlorcalciumlösung noch nicht, um auch die Borsäure quantitativ abzuscheiden.

gedampften Silikatlösung mit Wasser auf, so erhält man, wie Tabelle 15 (S. 39) zeigt, auch ohne Filtration richtige Werte für den Phosphatgehalt.

Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Boraten wäre nun allerdings dieses Verfahren nicht anzuwenden, sofern man auch die Borsäure bestimmen will. Es wurde daher versucht, für diesen Fall die Phosphorsäure nach dem Citratverfahren (vergl. S. 24) zu titrieren. Zuvor mußte festgestellt werden, inwieweit Silikatlösungen etwa hierbei stören können. Aus der Tabelle 7 (Spalte c und d) ergibt sich, daß Silikatlösungen bei Gegenwart von Natriumcitrat zwischen dem Farbwechsel des Methylorange und dem des Phenolphthaleins bis zu einer Menge von etwa 16 mg SiO_2 nur 0,05—0,15 ccm 0,1 n Natronlauge verbrauchen. Die verbrauchte Alkalimenge ist auch für größere Silikatmengen geringer, als wenn Silikatlösungen ohne Natriumcitrat titriert werden.

Wie ferner Tabelle 8 (Spalte b und c) zeigt, wird unter Anwendung des beschriebenen Citratverfahrens bei Gegenwart von SiO_2 bis zu etwa 20 mg der PO_4-Gehalt von Phosphatlösungen mit ausreichender Genauigkeit gefunden.

Einfluß von Ferri- und Aluminiumsalzen.

Da Ferri- und Aluminiumsalze durch Wasser bekanntlich rasch und ziemlich weitgehend in Hydroxyde und freie Säuren gespalten werden, so könnte man erwarten, daß ihre mit Methylorange versetzten Lösungen bei langsamem Zusatz von Alkali dann eine bleibende Gelbfärbung zeigen, wenn alle Säureäquivalente durch Alkali abgesättigt sind. Da ferner die hierbei gebildeten Ferri- und Aluminiumhydroxyde sich gegenüber Phenolphthalein neutral verhalten, so sollte der Farbwechsel des Methylorange mit demjenigen des Phenolphthaleins zusammenfallen. Bei der Titration von Ferri- und Aluminiumsalzen nach dem Chlorcalciumverfahren wäre nach dieser Annahme keine Vortäuschung von Phosphat zu erwarten.

Versuche haben jedoch gezeigt, daß der Farbwechsel des Methylorange sowohl bei Ferri- wie bei Aluminiumsalzen, wohl infolge kolloidal gelöster Hydroxyde oder vielleicht auch basischer Salze sehr unscharf ist und früher eintritt als derjenige des Phenolphthaleins.

Bei Eisensalzen läßt sich indessen in der Regel ein scharfer Umschlag erzielen, wenn die nahezu austitrierte Lösung kurze Zeit erwärmt, wieder abgekühlt und gegebenenfalls filtriert wird. Es gelingt dann, denjenigen Punkt genau zu treffen, bei welchem gerade alle Säureäquivalente abgesättigt sind, so daß die Farbumschläge von Methylorange und Phenolphthalein fast genau zusammentreffen.

Bei der Titration von Aluminiumsalzen mit Alkali tritt jedoch trotz vorsichtigem Erhitzen und Filtrieren der Farbumschlag des Methylorange in gelb bedeutend früher ein als derjenige des Phenolphthaleins, so daß Aluminiumsalze bei dem Chlorcalciumverfahren zweifellos in phosphatfreien Lösungen Phosphat vortäuschen würden. Es wird später (S. 33) gezeigt werden, wie sich dieser Fehler vermeiden läßt.

In phosphathaltigen Lösungen von Ferri- und Aluminiumsalzen scheiden sich während der Titration phosphathaltige Niederschläge ab. Bei der Prüfung, ob hierdurch die Ergebnisse der Phosphatbestimmung beeinflußt werden, störte zunächst die braune Färbung des Eisenniederschlages, die den Farbumschlag sehr undeutlich

macht. Es wurde versucht, die Lösung zum Zwecke der Abscheidung des Ferriphosphats in reinerem (weißem) Zustande mit konzentrierter Salpetersäure zur Trockene einzudampfen, den Rückstand mit einigen Tropfen konzentrierter Salpetersäure anzureiben, in Wasser aufzunehmen und dann zu titrieren. Auf diese Weise wurde zwar bei Gegenwart genügender Phosphatmengen ein scharfer Methylorange-Umschlag erzielt, derjenige von Phenolphthalein war aber weniger scharf und die so gefundene Phosphatmenge zu klein. Nur bei sehr kleinen Mengen von Eisensalzen wurden noch einigermaßen befriedigende Ergebnisse erhalten.

Der Vorschlag verschiedener Analytiker, diesen Fehler durch eine genügende Verdünnung zu verringern, dürfte bei Lösungen von ungefähr bekanntem gleichbleibendem Gehalt dieser Stoffe eine gewisse Berechtigung haben. Durch die Verdünnung wird indessen die Phosphatbestimmung an und für sich ungenauer und eine gewisse Unsicherheit des Verfahrens bleibt trotzdem bestehen.

Es lag nun der Gedanke nahe, Eisen- und Aluminiumsalze durch Überführung in stark geglühte und daher schwer lösliche oder unlösliche, von Phosphaten leicht trennbare Oxyde unschädlich zu machen. Bei eisenhaltiger Asche konnte tatsächlich so auf einfache Weise der Einfluß des Eisens ausgeschaltet werden. Es hat sich gezeigt, daß in eisen- und carbonathaltiger Asche auch bei Anwesenheit von Phosphaten das Eisen als Ferrioxyd vorliegt, welches im Gegensatz zu den Phosphaten beim Erhitzen in 0,1 normaler Schwefelsäure sich nicht löst. Bei der Herstellung von nicht carbonathaltiger Asche läßt sich natürlich die Bildung des Oxydes durch Zusatz von Alkali zu der zu veraschenden Substanz erzielen. Dagegen gelang es nicht, das Aluminium, das in der Asche als Aluminat vorliegt, von den Phosphaten auf einfache Weise als Oxyd abzutrennen.

Weiteren Versuchen lag der Gedanke zugrunde, die Aluminium- und Ferriverbindungen möglichst in Chloride überzuführen und diese nach dem Eindampfen unter Zusatz von HCl abspaltenden Stoffen wegzusublimieren. Die Chloride allein ließen sich z. B. mit Ammoniumchlorid oder mit Sulfurylchlorid quantitativ verflüchtigen; bei gleichzeitiger Anwesenheit von Sulfaten und Phosphaten war indessen das Verfahren nicht ausführbar.

Schließlich gelang es, durch das Studium der bei der Phosphattitration in Anwesenheit von Eisen- und Aluminiumsalzen vor sich gehenden Reaktionen über die Schwierigkeiten hinwegzukommen.

Wie aus der obigen Literaturzusammenstellung hervorgeht, bestehen über die Einwirkung der Phosphate auf Ferri- und Aluminiumsalze bei der Ausführung des Chlorcalciumverfahrens sehr verschiedene Ansichten. Nach der einen würden Eisen- und Aluminiumsalze ähnlich wie Calciumsalze nach der Gleichung

$$Fe(H_2PO_4)_3 + 3CaCl_2 + 6NaOH = FePO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 6NaCl + 6H_2O$$

vom primären zum tertiären Salz titriert, nach der andern aber nach der Gleichung

$$2Fe_2(HPO_4)_3 + 3CaCl_2 + 6NaOH = 4FePO_4 + Ca_3(PO_4)_2 + 6NaCl + 6H_2O$$

vom sekundären zum tertiären; wieder nach einer andern Ansicht sollte das tertiäre Salz zum Teil oder ganz vor dem Farbwechsel des Methylorange ausgefällt sein.

Durch Vorversuche wurde nun diese letztere Ansicht bestätigt. Schon bei noch schwach saurer Reaktion der Phosphatlösung werden Eisen und Aluminium quantitativ ausgefällt.

Untersuchungen über die Zusammensetzung dieser Niederschläge führten zu dem Ergebnis, daß bei Gegenwart von überschüssigem Phosphat Aluminium- und Ferrisalze aus der sauren Lösung bei der Titration mit Alkali bis zum Farbwechsel des Methylorange als $FePO_4$ und $AlPO_4$ gefällt werden.

Im Filtrat der Niederschläge muß sich daher der Rest der überschüssigen Phosphate bestimmen lassen; anderseits müssen die Gewichte der Niederschläge den berechneten Mengen der tertiären Salze entsprechen. Dieses Ergebnis wird durch die drei verschiedenen nachfolgenden Versuchsreihen gesichert:

a) Es wurde diejenige Menge Alkali ermittelt, welche in Mischungen von primärem Alkaliphosphat mit Ferrichlorid oder Aluminiumsulfat verbraucht wurde, um die hierbei durch Fällung von tertiären Salzen in Freiheit gesetzten Säuren gegen Methylorange zu neutralisieren:

$$NaH_2PO_4 + R^{III}Cl_3 + 2\,NaOH = R^{III}PO_4 + 3\,NaCl + 2\,H_2O.$$

Eine genaue Einstellung auf den Farbwechsel des Methylorange in gelb war in der Regel nur nach der Filtration der Niederschläge möglich. Die hierbei verbrauchte Menge Alkali betrug $^2/_3$ derjenigen Menge, welche für die Titration der phosphatfreien Ferri- und Aluminiumsalze allein bis zum Phenolphthaleinumschlag in der Kälte verbraucht wurde (s. Tabelle 9, S. 30).

In Mischungen von Eisensalzlösung, die länger gestanden hat, mit Phosphatlösung, wird mitunter etwas mehr Alkali verbraucht als bei frischen Lösungen, da offenbar das kolloidal ausgeschiedene $Fe(OH)_3$ mit PO_4 nicht mehr in Reaktion tritt. Die Phosphatniederschläge von älteren Ferrichloridlösungen sind daher auch stark braun gefärbt, während diejenigen frischer Lösungen fast weiß aussehen.

b) Es wurde der PO_4-Gehalt der Filtrate der Ferri- und Aluminiumphosphatniederschläge bestimmt. Um das Mitfällen von kolloidalen oder etwaigen basischen Salzen zu verhindern, wurden die Mischungen von Phosphat-, Ferri- und Aluminiumsalzlösung zunächst für sich mit konzentrierter Salpetersäure bis auf einige Tropfen eingedampft und dann in wenig konzentrierter Salpetersäure und Wasser gelöst. Der bei der Neutralisation der Lösung sich ausscheidende Niederschlag war nun auch bei Eisensalzen weiß, so daß der Farbwechsel des Methylorange auch ohne Filtration ziemlich scharf erkennbar war. Es wurde zunächst nur bis zu schwach rot titriert, zur besseren Abscheidung der Niederschläge erwärmt und nach dem Erkalten weiter bis zum Umschlag in gelb titriert, dann wieder mit 1—2 Tropfen 0,1 normal-HCl auf rot zurücktitriert, filtriert und der Niederschlag mit wenig Wasser nachgewaschen. Das Filtrat wurde nun wieder genau auf Methylorange-gelb eingestellt und mit 0,1 normaler Alkalilauge bis zum Umschlag von Phenolphthalein auf rot (ohne Chlorcalciumzusatz) titriert.

Tabelle 9. Alkaliverbrauch für Mischungen von NaH_2PO_4-Lösung mit $FeCl_3$- oder $Al_2(SO_4)_3$-Lösung bis zum Farbwechsel des Methylorange in gelb in Vergleich zum Alkaliverbrauch der reinen $FeCl_3$- oder $Al_2(SO_4)_3$-Lösung bis zum Umschlag des Phenolphthaleins.

25 ccm $FeCl_3$-Lösung enthalten im Mittel 0,0965 g Fe_2O_3 (gewichtsanalytisch).
1 l der Lösung enthält daher 0,04832 g-Atom Fe.
10 ccm „ „ entsprechen im Mittel 13,90 ccm 0,1 n $AgNO_3$ (nach Volhard).
1 l „ „ enthält daher 0,139 g-Atom Cl[1]).
25 ccm „ $Al_2(SO_4)_3$-Lösung enthalten im Mittel 0,07585 g Al_2O_3 (gewichtsanalytisch).
1 l „ Lösung enthält daher 0,05938 g-Atom Al.
25 ccm „ „ entsprechen im Mittel 0,4154 g $BaSO_4$ „
1 l „ „ enthält daher 0,07116 Mol SO_4[1]).

Angewandte Lösungen			Die angewandte Lösung entspricht ccm 0,05 molarer		Verbrauch von 0,1 n NaOH bei der Titration der Eisen- oder Aluminiumsalze für sich		Verbrauch von 0,1 n NaOH für die Mischungen ccm
0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung ccm	Eisenchloridlösung ccm	Aluminiumsulfatlösung ccm	$\overset{III}{Fe}$-Lösung	Al-Lösung	kalt titriert	heiß titriert	
10	1	—	0,9664	—	1,50	1,50	0,92
10	1*	—	0,9664	—	1,50	1,50	0,85
10	2	—	1,9328	—	2,92	2,95	1,85
10	2*	—	1,9328	—	2,95	2,97	1,85
20	5	—	4,8320	—	7,10	7,20	4,65
20	5	—	4,8320	—	7,10	7,20	4,65
20	5*	—	4,8320	—	7,05	7,15	4,90
20	5*	—	4,8322	—	7,10	7,20	4,95
25	10	—	9,664	—	14,27	14,47	9,40
10	—	1	—	1,190	1,55	1,62	0,97
10	—	1*	—	1,190	1,60	1,65	0,95
10	—	2	—	2,380	3,02	3,20	1,95
10	—	2*	—	2,380	3,02	3,22	1,97
10	—	3	—	3,570	4,50	4,77	3,00
10	—	3*	—	3,570	4,52	4,82	2,97
20	—	5	—	5,955	7,30	7,75	4,90
20	—	5*	—	5,950	7,40	8,00	4,85
25	—	10	—	11,90	14,65	15,40	9,68
25	—	10*	—	11,90	14,67	15,42	9,61

Die mit * bezeichneten Lösungen hatten vor der Mischung längere Zeit gestanden.

Wie aus Tabelle 10 hervorgeht, entsprechen die gefundenen PO_4-Mengen, wie sie sich aus der für das Filtrat verbrauchten Lauge berechnen, dem Überschuß der angewandten Phosphatmenge über die von Eisen und Aluminium in Form tertiärer Phosphate gebundenen PO_4-Mengen.

[1]) Auf 1 Fe berechnet sich somit nur 2,87 Cl (statt 3), auf 1 Al nur 1,198 SO_4 statt 1,5. Die Salzlösungen waren somit basisch und verbrauchten daher für sich weniger Alkali als dem Fe- und Al-Gehalt der Lösung entspricht. Die für die Mischungen verbrauchte Alkalimenge (letzte Spalte) beträgt jedoch $^2/_3$ derjenigen Menge, welche bei der Titration der Eisen- oder Aluminiumsalze für sich gebraucht wurde.

Tabelle 10. Alkaliverbrauch für das auf Methylorange-gelb eingestellte Filtrat von Fällungen von $FeCl_3$- oder $Al_2(SO_4)_3$-Lösung mit NaH_2PO_4-Lösung.

1 ccm 0,05 mol. $\overset{III}{R}$-Lösung ergibt, sofern $\overset{III}{R}$ als $\overset{III}{R}PO_4$ gefällt wird, im Filtrat einen Mindergehalt an Phosphat entsprechend 1 ccm 0,05 mol. NaH_2PO_4.

1 ccm 0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung, ohne $CaCl_2$ titriert, entspricht sehr annähernd 0,5 ccm 0,1 n NaOH.

Angewandte Lösungen			Die angewandten Lösungen entsprechen ccm 0,05 molarer		Verbrauch von 0,1 n NaOH bei der Titration des Filtrates (ohne $CaCl_2$)	
0,05 molar. NaH_2PO_4-Lösung ccm	Eisenchloridlösung ccm	Aluminiumsulfatlösung ccm	$\overset{III}{Fe}$-Lösung	Al-Lösung	gefunden ccm	berechnet ccm
10	1	—	0,9664	—	4,48	4,51
10	1	—	0,9664	—	4,48	4,51
10	2	—	1,9328	—	4,08	4,03
10	2	—	1,9328	—	4,08	4,03
10	3	—	2,8992	—	3,47	3,55
10	3	—	2,8992	—	3,47	3,55
20	5	—	4,8320	—	7,50	7,58
20	5	—	4,8320	—	7,50	7,58
10	5	—	4,8320	—	2,60	2,58
25	10	—	9,664	—	7,40	7,67
10	—	1	—	1,190	4,48	4,40
10	—	1	—	1,190	4,45	4,40
10	—	1*	—	1,190	4,42	4,40
10	—	1*	—	1,190	4,55	4,40
10	—	2	—	2,380	3,87	3,81
10	—	2	—	2,380	3,92	3,81
10	—	2*	—	2,380	3,85	3,81
10	—	2*	—	2,380	3,95	3,81
10	—	3	—	3,570	3,43	3,21
10	—	3	—	3,570	3,43	3,21
10	—	3*	—	3,570	3,35	3,21
10	—	3*	—	3,570	3,30	3,21
10	—	5	—	5,950	2,25	2,02
20	—	5	—	5,950	7,02	7,02
20	—	5	—	5,950	7,10	7,02
20	—	5*	—	5,950	7,07	7,02
20	—	5*	—	5,950	7,00	7,02
25	—	10*	—	11,90	6,75	6,55
25	—	10*	—	11,90	6,40	6,55

Die mit * bezeichneten Lösungen hatten längere Zeit gestanden.

c) Es wurde das Gewicht der aus Mischungen von bekanntem Gehalt durch Neutralisation ausgefällten Niederschläge von Ferri- oder Aluminiumphosphat bestimmt.

Auch diese in Tabelle 11 wiedergegebenen Bestimmungen weisen nur auf das Vorhandensein von tertiärem Phosphat hin. Kleinere Differenzen lassen sich bei der nicht völligen Reinheit der Niederschläge voraussehen.

Tabelle 11. Gewicht des aus Fe^{III}- oder Al-haltigen Phosphatlösungen durch Neutralisation gefällten Ferri- oder Aluminiumphosphats.

1 ccm 0,05 mol. $\overset{III}{Fe}$-Lösung entspricht 7,545 mg $FePO_4$.
1 „ 0,05 „ Al- „ „ 6,105 „ $AlPO_4$.

Angewandte Lösungen			Die angewandten Lösungen entsprechen ccm 0,05 molarer		Gewicht der Phosphatniederschläge	
0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung ccm	Eisenchloridlösung ccm	Aluminiumsulfatlösung ccm	$\overset{III}{Fe}$-Lösung	Al-Lösung	gefunden mg	berechnet mg
10	1	—	0,9664	—	7,8	7,3
10	2	—	1,9328	—	14,0	14,6
10	3	—	2,8992	—	23,0	21,9
20	5	—	4,8320	—	38,6	36,5
25	10	—	9,664	—	75,8	72,9
10	—	1	—	1,190	6,8	7,3
10	—	2	—	2,380	14,3	14,5
10	—	3	—	3,570	21,8	21,8
10	—	5	—	5,950	32,4	36,3

Nachdem nun festgestellt war, daß sowohl Eisen- wie Aluminiumsalze als tertiäre Phosphate vor dem Farbenumschlag des Methylorange ausgefällt und abfiltriert werden können, ergab sich die für die Praxis wichtige Aufgabe, diese Niederschläge nach der Filtration für sich zu titrieren.

Hierbei wurden in folgenden Richtungen Versuche angestellt:

1. direkte Titration des Niederschlages mit NaOH gegen Phenolphthalein und zwar
   a) ohne $CaCl_2$;
   b) mit $CaCl_2$ (40%ige Lösung);
2. Zersetzung des Niederschlages mit Na_2CO_3 und Titration des Filtrates;
3. oxydimetrische Bestimmung des Eisens;
4. Titration mit Alkali nach Auflösen des Niederschlages in Natriumoxalat- oder Natriumcitratlösung.

Als zweckmäßig erwies sich hierbei nur die Titration des Niederschlages nach Auflösung in neutraler Trinatriumcitratlösung, wobei die für das Citratverfahren (S. 24) angegebenen Bedingungen einzuhalten sind. Tabelle 12 zeigt, daß unter diesen Umständen auf ein $R^{III}PO_4$ mit ausreichender Schärfe gerade 1 NaOH gebraucht wird.

Tabelle 12. Titration der Ferri- und Aluminium-Phosphatniederschläge in 40%iger Natriumcitratlösung.

Lösungen siehe Tabelle 9.

1 ccm 0,05 mol. $\overset{III}{R}$-Lösung entspricht 0,5 ccm 0,1 n NaOH, sofern $\overset{III}{R}PO_4$ sich einbasisch titriert.

Angewandte Lösungen			Die angewandten Salzlösungen entsprechen ccm 0,05 molarer		Verbrauch von 0,1 n NaOH	Berechnete Menge 0,1 n NaOH
0,05 mol. NaH_2PO_4-lösung ccm	Eisenchloridlösung ccm	Aluminiumsulfatlösung ccm	$\overset{III}{Fe}$-Lösung	Al-Lösung	ccm	ccm
10	1	—	0,9664	—	0,45	0,48
10	2	—	1,933	—	0,95	0,97
10	3	—	2,899	—	1,65	1,45
20	5	—	4,832	—	2,60	2,42
10	5	—	4,832	—	2,30	2,42
25	10	—	9,664	—	5,10	4,83
10	—	1	—	1,19	0,55	0,59
10	—	2	—	2,38	1,20	1,19
20	—	5	—	5,95	2,85	2,98
20	—	5	—	5,95	2,95	2,98
20	—	10	—	11,9	5,80	5,95

Für die Untersuchung von Asche, die neben Eisen und Aluminium Phosphate im Überschuß enthält, ergibt sich somit eine verhältnismäßig einfache Modifikation des Verfahrens. Die Eisen- und Aluminiumsalze sind zunächst durch annähernde Neutralisation ihrer sauren Lösung gegen Methylorange als tertiäre Phosphate auszufällen, der Niederschlag ist abzufiltrieren, nachzuwaschen, in etwa 20—40 ccm neutraler Citratlösung durch Erwärmen auf dem Wasserbad zu lösen und nach dem Citratverfahren (jedoch ohne Methylorange) zu titrieren (vergl. S. 24) (1 ccm 0,1 normale Lauge = 9,5 mg PO_4).

In dem auf Methylorange-gelb eingestellten Filtrate von der Phosphatfällung lassen sich die übrigen Phosphate nach dem Chlorcalciumverfahren titrieren.

Gegen diese Ausführungsart des Phosphatbestimmungsverfahrens ist umso weniger etwas einzuwenden, als es vielfach erwünscht ist, den Gehalt der Asche an Ferri- und Aluminiumphosphat zu kennen. Dieser aber läßt sich ohne weiteres aus der Titration der Niederschläge berechnen: 1 NaOH entspricht 1 Al oder 1 Fe.

Es bestehen auch keine Bedenken, die Ferri- und Aluminiumphosphat enthaltenden Citratlösungen, sei es vor oder nach ihrer Titration, dem auf Methylorange-gelb eingestellten Filtrat wieder zuzusetzen und das Gemisch ohne Chlorcalcium bis zum Phenolphthaleinumschlag zu titrieren, sofern nicht zu geringe Phosphatmengen vorhanden sind.

Bei Asche, die Eisen- und Aluminiumsalze in molekularem Überschuß gegenüber PO_4 enthält, oder bei phosphatfreier, eisen- und

aluminiumhaltiger Asche kann die Vortäuschung von Phosphaten dadurch sicher vermieden werden, daß der Asche eine gemessene Menge 0,05 molare Phosphatlösung zugesetzt und nun weiter wie oben verfahren wird, wobei natürlich das zugesetzte PO_4 abzurechnen ist.

Einfluß von Mangansalzen.

Je nach der Menge der vorhandenen Alkalien und Erdalkalien kann eine manganhaltige Asche Verbindungen des drei-, vier- und sechswertigen Mangans (Mn_2O_3, Manganite, Manganate, Permanganate) enthalten. Nach Behandlung dieser Verbindungen mit Mineralsäuren werden in der Lösung Salze des zwei-, drei- und vierwertigen Mangans vorliegen; schon durch das dreiwertige Mangan ist aber wegen der hydrolytischen Säureabspaltung aus Manganisalzen mindestens eine ähnliche Vortäuschung der Gegenwart von Phosphaten wie bei eisenhaltigen Aschen zu erwarten.

Versuche zeigten, daß in solchen Lösungen noch eine andere, bisher nicht bekannte Ursache Phosphate vorzutäuschen vermag. Diese Lösungen zeigen nämlich unter Umständen eine stark bleichende Wirkung gegenüber Methylorange, und zwar scheint es, als ob ein Farbwechsel des Methylorange von rot in gelb stattgefunden hätte. Infolgedessen wird der Methylorangeumschlag noch bei saurer Reaktion der Lösung beobachtet, und es können somit ganz erhebliche Mengen PO_4 vorgetäuscht werden. Die bleichende Wirkung von solchen Lösungen läßt sich nun durch Einwirkung von etwas Hydroperoxyd, das auf die höheren Manganoxyde reduzierend einwirkt, nach einiger Zeit beheben. Die Lösung kann dann genau auf Methylorangegelb eingestellt werden, wobei als Kontrolle dienen kann, daß ein Zusatz von 1—2 Tropfen 0,1 normaler HCl wieder Rotfärbung hervorrufen soll[1]).

Obwohl in der mit Hydroperoxyd versetzten Lösung voraussichtlich nur zweiwertiges Mangan vorliegt, so verbraucht doch diese Lösung auch bei Abwesenheit von Phosphaten zwischen dem Methylorange- und Phenolphthaleinpunkt erhebliche Mengen Alkali, wobei sich gleichzeitig Mangandioxyd ausscheidet. Nach der Neutralisation der Lösung wirkt nämlich das Hydroperoxyd oxydierend und die dem abgeschiedenen Mangandioxyd entsprechende Säure wird titrierbar[2]).

Durch weitere Versuche ergab sich, daß eine Ausscheidung von Mangandioxyd nicht eintritt, wenn der hydroperoxydhaltigen Mangansalzlösung neutrale Natriumcitratlösung zugesetzt wurde. Infolgedessen werden nunmehr vom Farbwechsel des Methylorange bis zur Rötung von Phenolphthalein nur 0,05 ccm 0,1 normale Lauge verbraucht, so daß nach dem Citratverfahren Vortäuschungen von PO_4 durch Mangan vermieden werden können. Einige auf diese Weise, unter Anwendung von Hydroperoxyd und Citrat ausgeführte Phosphatbestimmungen in manganhaltigen Lösungen sind in Tabelle 18 wiedergegeben. Die Versuche zeigen auch, daß dieses Verfahren auch bei gleichzeitiger Gegenwart von Mangan und Borsäure anwendbar ist.

[1]) Diese Feststellung ist auch für die Alkalitätsbestimmung wichtig.

[2]) Hierauf läßt sich ein Verfahren zur maßanalytischen Bestimmung des Mangans in Aschen begründen.

Tabelle 13. Titration von Manganosulfat und Borsäure enthaltenden, mit Hydroperoxyd behandelten Phosphatlösungen nach dem Citratverfahren (Vorschrift S. 24).

Angewandte Lösnngen			Verbrauch von 0,1 n NaOH		Mehrverbrauch an 0,1 n NaOH nach dem Erwärmen der titrierten, H_2O_2-haltigen Citrat-Mannit-Lösnng
0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung ccm	0,0125 mol. $MnSO_4$-Lösung ccm	0,1 mol. H_3BO_3-Lösung ccm	a) für das Phosphat ccm	b) nach Zusatz von Mannit für die Borsäure ccm	ccm
20	2	—	9,98	—	0,02
20	5	—	10,28	—	0,25*
20	10	—	10,42	—	0,30*
20	20	—	10,52	—	0,40*
10	2	2	4,97	2,02	0,10
10	5	2	5,02	2,02	0,17*
10	20	10	5,43	10,44	0,45*
20	2	5	10,05	5,03	0,12
20	5	5	10,00	4,98	0,25*
20	10	5	10,34	5,02	0,30*
20	20	5	10,54	5,28	0,45*

Die mit * bezeichneten Lösungen sind mit zunehmendem Mehrverbrauch an Alkali zunehmend dunkler gefärbt, so daß Titrationsfehler hierdurch angezeigt werden.

Wie Tabelle 13 zeigt, ist der Einfluß von Mangansalzen auf das Citratverfahren unter diesen Umständen bei kleineren Mengen Mangan, wie sie in Aschen etwa vorkommen, belanglos. Sollten ausnahmsweise größere Mengen vorhanden sein, so wird ein klein wenig zu viel Phosphat gefunden; diese Fälle sind aber dadurch leicht zu erkennen, daß die austitrierte Lösung beim Erwärmen sich dunkel färbt und nach dem Erkalten nochmals einige Zehntel ccm 0,1 normale Alkalilauge bis zum Umschlag des Phenolphthaleins verbraucht. (Hieraus ergibt sich, daß man manganhaltige Lösungen vor der Titration von gelb zu rot nicht mit Citratlösung erwärmen darf.)

Ein zweites Verfahren, die Vortäuschung von Phosphaten durch höherwertige Mangansalze zu vermeiden, beruht darauf, daß man die Manganverbindungen der Asche durch Eindampfen mit konzentrierter Salzsäure auf dem Wasserbad in Manganosalze überführt. In Lösungen der auf diese Weise erhaltenen Rückstände fallen bei Abwesenheit von Phosphaten bei der Neutralisation mit 0,1 normaler Lauge der Farbwechsel des Methylorange und der des Phenolphthaleins auf 0,025—0,05 ccm genau zusammen. Infolgedessen läßt sich in derartigen Rückständen bei Gegenwart von Phosphat dieses nach dem Chlorcalciumverfahren bestimmen. Dies wurde noch durch besondere Versuche bestätigt.

Tabelle 14. Titration von Manganosulfat enthaltenden Phosphatlösungen nach dem Chlorcalciumverfahren (Vorschrift S. 8).

Angewandte Lösungen		Verbrauch von $0{,}1$ n $NaOH$
$0{,}05$ mol. NaH_2PO_4-Lösung ccm	$0{,}0125$ mol. $MnSO_4$-Lösung ccm	ccm
20	1	20,02
20	2	20,00
20	3	20,02
20	5	20,07
20	10	20,20
20	10	20,34
20	20	20,30

Aus Tabelle 14 ist ersichtlich, daß erst bei höheren Mangangehalten (etwa 7—14 mg Mn entsprechend), ein klein wenig Phosphat zu viel gefunden wird. Dieser Fehler ist offenbar auf die Hydrolyse des mit dem $Ca_3(PO_4)_2$ gleichzeitig gefällten $Mn_3(PO_4)_2$ zurückzuführen; er läßt sich verkleinern, wenn langsam titriert wird, da in diesem Falle die Phosphorsäure fast quantitativ als $Ca_3(PO_4)_2$ ausfällt. Ein (in Ausnahmefällen) erheblicher Fehler zeigt sich durch Braunfärbung des Calciumphosphates an und kann nachträglich durch Lösen der gefällten und filtrierten Phosphate (im Trichter mit Schlauch und Klemme) mit einem kleinen Überschuß von Salzsäure und abermalige Titration nach der Vorschrift beseitigt werden.

Da die Borsäure nach dem Chlorcalciumverfahren ebenfalls Alkali verbraucht und sich beim Eindampfen mit Salzsäure nur zum Teil verflüchtigt, so ist das zweite Verfahren, die Vortäuschung von Phosphaten zu vermeiden, nur dann anwendbar, wenn Borsäure nicht vorhanden ist. (Durch 4—5 maliges Eindampfen des mit Salzsäure erhaltenen Rückstandes mit Methylalkohol oder mit Methylalkohol und Salzsäure läßt sich zwar Borsäure völlig entfernen, jedoch sind Substanzverluste nur bei sehr sorgfältigem Arbeiten zu vermeiden.)

In Lösungen, die wenig oder gar keine Phosphate, aber Mangan und außerdem Eisen enthalten, wird auch nach Zusatz von Hydroperoxyd oder nach dem Eindampfen mit Salzsäure Methylorange gebleicht und zwar so stark, daß auch bei Zusatz von größeren Mengen des Indikators kein scharfer Umschlag zu erhalten ist. Durch Anwendung anderer Indikatoren, wie p-Nitrophenol oder Cochenille, wird zwar ein besserer Umschlag als mit Methylorange erzielt, eine Vortäuschung von Phosphaten durch Alkaliverbrauch bis zum Farbwechsel des Phenolphthaleins ist jedoch auch so nicht zu vermeiden. Durch Zusatz von überschüssiger Phosphatlösung und Hydroperoxyd zu solchen Lösungen wurde jedoch ein scharfer Umschlag des Methylorange erhalten, da die durch Ausfällung des Ferriphosphats vom Eisen befreite Lösung Methylorange nun nicht mehr bleichte. Wurde das kurz vor dem Farbwechsel des Methylorange abgeschiedene Ferriphosphat nach dem Abfiltrieren in Citratlösung gelöst und diese Lösung mit dem vorher auf den Farbwechsel des Methylorange scharf einge-

stellten Filtrat wieder vereinigt und zusammen titriert, so entsprach das verbrauchte Alkali mit ausreichender Genauigkeit der zugesetzten Phosphatlösung.

Bei der Ähnlichkeit des Mn^{III}-Ion mit dem Fe^{III}-Ion hätte man erwarten sollen, daß durch Neutralisation von Aschenlösungen, welche PO_4 im molekularen Überschuß zu Mn enthalten, das Mangan in ähnlicher Weise wie Ferriphosphat als $Mn^{III}PO_4$ abgeschieden würde, umsomehr als $Mn^{III}PO_4$ als in verdünnten Säuren unlösliches Pulver beschrieben wird. Eine derartige Verbindung ließ sich jedoch aus künstlichen, Mangan und Phosphate enthaltenden Aschen durch einfaches Behandeln mit verdünnten Säuren und Neutralisation gegen Methylorange niemals erhalten. Wurden aber solche Aschen mit konzentrierter Salpetersäure eingedampft, so hinterblieb beim ersten Eindampfen ein schmutzig-grünlicher Rückstand, reichlich mit violetten Streifen durchsetzt, die bei wiederholtem Eindampfen mit konzentrierter Salpetersäure verschwanden. Durch Anreiben des das Manganphosphat enthaltenden Rückstandes mit 1—2 Tropfen konzentrierter Salpetersäure und Zusatz von Wasser war nun nicht wie bei Eisenphosphat eine Lösung des Rückstandes zu erzielen, sondern es hinterblieb ein schmutzig grünlich-schwarzes, äußerst feines, alle Filter passierendes Pulver. Nach längerem Stehen war es möglich, die Lösung zu dekantieren, wobei sie sich als manganfrei erwies. Da eine Filtration wie bei Ferriphosphaten undurchführbar war und daher eine scharfe Einstellung auf den Methylorangepunkt nur durch Dekantation eines aliquoten Teiles der Lösung möglich wäre, ist es vorzuziehen, das Mangan bei der Phosphatbestimmung in der oben beschriebenen Weise entweder durch Hydroperoxyd oder durch Eindampfen mit konzentrierter Salzsäure in Manganoverbindungen überzuführen.

Einfluß von Calcium- und Magnesiumsalzen.

Wie bereits in der Begründung der Vorschrift S. 8 erwähnt wurde, wird die auf den Farbwechsel des Methylorange eingestellte Phosphatlösung nach Zusatz von — allerdings — 40 %iger Chlorcalciumlösung stark rot gefärbt und verbraucht erhebliche Mengen Alkali, bis wieder Farbumschlag in gelb erfolgt (wegen der Erklärung vergl. S. 10).

Hiernach schien es nicht ganz ausgeschlossen, daß auch die in Aschen vorkommenden Calcium- und Magnesiumsalze eine Verschiebung des Methylorangeumschlages und damit einen Minderverbrauch an Alkali bei der Titration nach der Vorschrift bewirken könnten. Um diese Bedenken zu zerstreuen, wurden nachfolgende Versuche ausgeführt (vergl. Tabelle 6, S. 23): Auf den Farbwechsel des Methylorange in gelb eingestellte 0,05 molare Lösungen von NaH_2PO_4 wurden mit soviel 0,075 molaren Lösungen von Calciumchlorid oder Magnesiumsulfat versetzt, als zur Bildung des tertiären Phosphates erforderlich war (gleiche Volumen). Bei Magnesiumsalzen war nun unter diesen Bedingungen keine Verschiebung des Umschlagspunktes von Methylorange bemerkbar. Bei Calciumsalzen zeigte sich ein zwar merklicher, jedoch ganz unerheblicher Einfluß. Selbst bei Zusatz von 25 ccm 0,075 mol. Chlorcalciumlösung zu 25 ccm 0,05 mol. Phosphatlösung wurden bis zum Wiedereintritt der Gelbfärbung nur knapp 0,05 ccm 0,1 normale Lauge verbraucht; ein solcher Zusatz entspricht

mindestens denjenigen Calcium- und Magnesiummengen, die in einer Lösung von Milchasche vorkommen können. Höhere Konzentrationen dürften auch in anderen Aschen kaum in Frage kommen.

Phosphatbestimmung in Mischungen von Phosphaten mit Silikaten, Boraten, Eisen-, Aluminium-, Mangan-, Calcium- und Magnesiumsalzen.

Obwohl kaum zu erwarten war, daß bei gleichzeitiger Anwesenheit mehrerer, die Phosphatbestimmung störender Stoffe andere Schwierigkeiten auftreten als diejenigen, welche durch die Einzelstoffe verursacht sind, so schien es sicherheitshalber doch zweckmäßig, durch eine Anzahl von Analysen zu zeigen, daß selbst bei Mischungen sämtlicher oder fast sämtlicher erörterten Stoffe die Phosphate mit genügender Genauigkeit bestimmt werden können, ohne daß das Verfahren dadurch zu umständlich wird.

Um bei der Ausführung dieser Analysen zu vermeiden, daß etwa durch Zufälligkeiten richtige Ergebnisse vorgetäuscht werden könnten, und anderseits um die Richtigkeit der bisherigen Schlußfolgerungen einwandfrei zu beweisen, wurden Mischungen von so großen Mengen der störenden Stoffe gewählt, wie sie in Aschen kaum vorkommen. Hierdurch sollte außerdem gezeigt werden, daß das Verfahren auch für die Düngeranalyse nutzbar gemacht werden kann.

Mischungen mit Pyro- und Metaphosphaten wurden nicht analysiert, da deren Überführung in Orthophosphate durch Alkali oder starke Säuren keine Schwierigkeiten macht.

Um die benutzten Stoffe in solche Verbindungen überzuführen, wie sie sich in der Asche finden (Manganite, Manganate, Mn_2O_3, Fe_2O_3, Al_2O_3, $CaCO_3$, $Ca_3(PO_4)_2$, $MgCO_3$, $Mg_3(PO_4)_2$ usw.), wurden die Mischungen der Salze mit überschüssiger 0,1 normaler Sodalösung auf dem Wasserbade eingedampft und schwach geglüht.

Bei Mischungen sämtlicher genannten Stoffe ergab sich folgender Analysengang:

Der schwach geglühte Rückstand wurde mit wenig Wasser und einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure angerieben, mit 1 Tropfen 30%igen Hydroperoxyds versetzt und so lange stehen gelassen, bis das Eisenoxyd gelöst war. Ohne Rücksicht auf etwa ausgeschiedenen Gips oder Kieselsäure wurden sodann bei 15° 1—2 Tropfen Methylorange und soviel 0,25 normales Alkali zugegeben, bis der Farbenumschlag des Methylorange nahezu erreicht war. Zur besseren Abscheidung der Ferri- und Aluminiumphosphate wurde hierauf fünf Minuten auf dem Wasserbade erwärmt und erforderlichenfalls in der Kälte nochmals mit einigen Tropfen 0,1 normalem Alkali bis fast zur Gelbfärbung versetzt. Die abgeschiedenen Phosphate, denen auch Kieselsäure und Gips beigemischt sein können, wurden in kleinen Trichterchen von 3 ccm Durchmesser abfiltriert, zweimal mit 3—4 ccm Wasser nachgewaschen und samt dem Filter mit 30 ccm 40%iger, genau neutraler Natriumcitratlösung auf dem Wasserbade in einem Jenaerkölbchen höchstens 20 Minuten erwärmt.

Das Filtrat wurde genau auf Methylorange-gelb eingestellt, dann mit der die Eisen- und Aluminiumphosphate enthaltenden Citratlösung vereinigt, abgekühlt, mit

einem Tropfen Phenolphthalein (1 g in 100 ccm Alkohol) versetzt und mit 0,1 normaler Alkalilauge bis zum Farbenumschlag in Rot auf gelber Unterlage titriert. Die Lösung wurde hierauf in Eiswasser gestellt und nach 20 Minuten nachtitriert (vergl. S. 24) (1 ccm 0,1 n NaOH = 9,5 mg PO_4).

Sofern man auf die gesonderte Bestimmung der Eisen- und Aluminiumphosphate Wert legte, mußte der Niederschlag zunächst für sich titriert werden, wobei der Niederschlag mindestens 3 mal nachzuwaschen war.

Tabelle 15. Titration von Mischungen nachfolgender Lösungen:

0,05 mol. NaH_2PO_4-Lösung; etwa 0,05 mol. $FeCl_3$-Lösung; etwa 0,025 mol. $Al_2(SO_4)_3$-Lösung; 0,0125 mol. $MnSO_4$-Lösung; 0,075 mol. $CaCl_2$-Lösung; 0,075 mol. $MgSO_4$-Lösung; 0,1 mol. H_3BO_3-Lösung; Natriumsilikatlösung (1 ccm enthält 0,8 mg SiO_2)*).

Angewandte Lösungen								Die angewandte Eisen- und Aluminiumlösung entspricht ccm 0,05 molarer		Verbrauch von 0,1 n NaOH zur Titration			Gesamtphosphat (PO_4)	
NaH_2PO_4-Lösung	Eisenlösung	Aluminiumlösung	Manganlösung	Calciumlösung	Magnesiumlösung	Borsäurelösung	Silikatlösung	III Fe-Lösung	Al-Lösung	a) der Phosphatniederschläge	b) des Filtrates nach dem Chlorcalciumverfahren (Vorschrift S. 8)	c) des in Citratlösung gelösten Niederschlages mit dem Filtrat zusammen gemischt (Vorschrift S. 24)	gefunden	berechnet
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm			ccm	ccm	ccm	mg	mg
20	2	2	2	10	5	—	5	1,9328	2,38	2,5	14,34	—	91,9	95
20	5	2	2	20	10	—	5	4,8320	2,38	3,88	12,61	—	96,8	95
20	5	5	5	20	10	—	5	4,8320	5,95	—	—	9,94	94,4	95
20	5	5	5	20	10	—	5	4,8320	5,95	—	—	9,96	94,6	95
20	5	5	5	20	10	—	5	4,8320	5,95	5,65	8,84	—	95,7	95
20	2	2	2	10	5	—	2	1,9328	2,38	—	—	9,86	93,6	95
20	2	2	2	10	5	—	2	1,9328	2,38	—	—	10,16	96,5	95
10	1	1	2	10	10	—	10	0,9664	1,19	1,01	7,88	—	47,0	47,5
10	1	1	2	10	10	—	10	0,9664	1,19	0,95	7,68	—	45,5	47,5
20	2	2	2	10	10	—	10	1,9328	2,38	2,12	15,80	—	95,2	95
20	2	2	2	10	10	—	10	1,9328	2,38	2,17	15,85	—	95,9	95
10	1	1	2	10	10	10	10	0,9664	1,19	1,18	—	5,19	49,3	47,5
10	1	1	2	10	10	10	10	0,9664	1,19	1,18	—	5,02	47,7	47,5
10	1	1	2	10	10	10	10	0,9664	1,19	—	—	5,25	49,9	47,5
10	1	1	2	10	10	10	10	0,9664	1,19	—	—	5,18	49,2	47,5
15	1	1	2	75	5	20	10	0,9664	1,19	—	—	7,78	73,9	71,3
15	1	1	2	5	5	20	10	0,9664	1,19	—	—	7,82	74,3	71,3
20	1	1	2	5	5	5	10	0,9664	1,19	—	—	9,93	94,3	95
20	1	1	2	5	5	5	10	0,9664	1,19	—	—	10,23	97,2	95
10	1	1	2	5	5	1	10	0,9664	1,19	—	—	5,05	48,0	47,5
10	1	1	2	5	5	1	10	0,9664	1,19	—	—	5,14	48,8	47,5
10	1	1	2	5	5	5	10	0,9664	1,19	—	—	5,02	47,7	47,5
10	1	1	2	5	5	5	10	0,9664	1,19	—	—	4,92	46,7	47,5
10	1	1	2	5	5	10	10	0,9664	1,19	—	—	5,20	49,4	47,5

*) Vorbehandlung der Mischungen s. S. 38.

Die Borsäure läßt sich nach Zusatz von Mannit zu der obigen, zu Ende titrierten Lösung durch weitere Titration bis zur abermaligen Phenolphthaleinrötung bestimmen (1 ccm 0,1 n $NaOH = 6{,}2$ mg H_3BO_3).

Wenn Borsäure nicht vorhanden war, so wurde bei der Analyse von Mischungen sämtlicher übrigen genannten Stoffe nachfolgender Analysengang eingehalten:

Der schwach geglühte Rückstand der mit 0,1 normaler Na_2CO_3 eingedampften Lösungen (der Asche entsprechend) wurde mit Wasser angerieben, dann vorsichtig mit konzentrierter Salzsäure versetzt und zur Trockene verdampft. Der Rückstand wurde mit konzentrierter Salzsäure angerieben, mit wenig Wasser versetzt und die Lösung nun ohne Rücksicht auf die abgeschiedene Kieselsäure wie oben behandelt. Das bei 15° auf Methylorange-gelb eingestellte Filtrat wurde jedoch in der Regel nach dem Chlorcalciumverfahren titriert.

Die nach beiden Analysenreihen erhaltenen Ergebnisse sind in Tabelle 15 (S. 39) aufgenommen. Sie zeigen durchweg befriedigende Übereinstimmung.

Wenn einzelne Bestandteile in der Mischung nicht vorhanden sind, so läßt sich der Analysengang natürlich vereinfachen; die Grundlagen dafür sind in den vorstehenden Abschnitten zu finden.

Phosphatbestimmungen in Lösungen der Asche von Lebensmitteln.

Obwohl kaum zu erwarten war, daß Lösungen der Asche von Lebensmitteln noch weitere das Verfahren störende Stoffe enthalten, oder daß durch eine besonders ungünstige Stoffkombination sich neue Schwierigkeiten einstellen könnten, so schien es doch unerläßlich, den Phosphatgehalt von Lösungen solcher Aschen, in denen die Phosphatbestimmung bisher üblich war, sowohl gewichts- wie maßanalytisch nebeneinander zu bestimmen, um durch den Vergleich dieser Ergebnisse die Zuverlässigkeit des Verfahrens mit seinen Abänderungen einwandfrei zu beweisen.

Da hierbei nur die gewichts- und maßanalytische Untersuchung derselben Lösung derselben Asche nebeneinander maßgebend war, so wurde die maßanalytische Bestimmung in einzelnen Fällen umständlicher, als wenn sie für sich allein auszuführen gewesen wäre (z. B. bei Milch). Anderseits wurden der Einfachheit halber einige Gesichtspunkte, die für die zweckmäßige Phosphatbestimmung der betreffenden Lebensmittel wichtig sind, nicht berücksichtigt (z. B. Art der Veraschung, Verbindung der Phosphatbestimmung mit der Bestimmung der Alkalität, der Borsäure usw.). In den in Tabelle 16 (S. 41) aufgenommenen Analysenergebnissen handelt es sich somit lediglich um Vergleichszahlen der gewichts- und maßanalytisch ermittelten Phosphatmengen von in gleicher Weise hergestellten und vorbehandelten Aschen.

Um Störungen des gewichtsanalytischen Verfahrens durch Kieselsäure, Mangan-, Calcium-, Ferri-, Aluminiumsalze, Chloride zu vermeiden, war es erforderlich, nachfolgenden, zwar umständlichen, aber jedenfalls einwandfreien Analysengang einzuhalten:

Tabelle 16. Maß- und gewichtsanalytische Bestimmung der Phosphate in der Asche einiger Lebensmittel.

Angewandt: für die Veraschung und Auflösung der Asche	Angewandt: für die Titration ccm	Angewandt: für die gewichtsanalytische Bestimmung ccm	Verbrauch von 0,1 n NaOH für die Titration nach dem $CaCl_2$-Verfahren ccm	Gefundenes $Mg_2P_2O_7$ mg	Gefundenes PO_4 für 100 ccm Aschenlösung: maßanalytisch mg	Gefundenes PO_4 für 100 ccm Aschenlösung: gewichtsanalytisch mg
150 ccm Milch; Asche in 150 ccm Lösung	30	—	16,06	—	254	—
	30	—	15,98	—	253	—
	—	30	—	90,8	—	258
	—	30	—	89,4	—	254
200 ccm Milch; Asche in 100 ccm Lösung	25*	—	28,41	—	540	—
	25	—	28,78	—	547	—
	—	20	—	127,7	—	545
	—	25	—	161,0	—	550
200 ccm Süßwein; Asche in 100 ccm Lösung	25*	—	4,82	—	92	—
	20*	—	3,88	—	92	—
	—	25		24,2	—	83
	—	25		26,0	—	89
140 ccm Süßwein; Asche in 100 ccm Lösung	25*	—	4,07	—	77	—
	25	—	4,09	—	78	—
	—	20	—	17,4	—	74
	—	25	—	22,6	—	77
Je 200 ccm Bier; Asche in 100 ccm Lösung. Bier a)	25	—	9,75	—	185	—
	25	—	9,73	—	185	—
	—	20	—	46,6	—	199
	—	25	—	55,0	—	188
Bier b)	25*	—	10,58	—	201	—
	25	—	10,60	—	201	—
	—	20	—	47,7	—	204
	—	25	—	59,6	—	204
Je 100 g Honig; Asche in 100 ccm Lösung. Honig a)	25*	—	0,63	—	12	—
	25*	—	0,68	—	13	—
		20	—	2,6	—	11
		25	—	3,2	—	10
Honig b)	25*	—	0,60	—	11	—
	25	—	0,60	—	11	—
	—	20	—	2,6	—	11
	—	25	—	3,2	—	10
Je 35 g gepulverte Eiernudeln. Lezithinasche (nach Juckenack) in 50 ccm Lösg. Eiernudeln a)	25	—	3,94	—	75	—
	—	20	—	17,6	—	75
Eiernudeln b) (10 Std. extrahiert)	25	—	6,50	—	124	—
	—	20	—	29,1	—	124
Eiernudeln b) (14 Std. extrahiert)	25	—	6,88	—	131	—
	—	20	—	31,1	—	133

Die mit * bezeichneten Titrationen wurden bei 14—15°, die andern nach Eiskühlung ausgeführt.

Die in der üblichen Weise, jedoch aus bedeutend mehr Substanz hergestellte Asche wurde zunächst zur Entfernung der die nachfolgende Phosphormolybdänfällung störenden Chlorionen, der Kieselsäure und des Mangans mit Hydroperoxyd (etwa 1 ccm 30%ige Lösung) und konzentrierter Salpetersäure, dann noch ein zweites Mal mit konzentrierter Salpetersäure allein zur Trockene verdampft. Der Rückstand wurde mit einigen Tropfen konzentrierter Salpetersäure angerieben, hierzu etwa 20 ccm Wasser gegeben und in ein geeichtes Kölbchen unter Nachwaschen des Rückstandes hineinfiltriert; das Filtrat wurde dann genau bis zur Marke des Kölbchens mit Wasser aufgefüllt.

Je zwei aliquote Teile dieser Lösung wurden zur gewichtsanalytischen Bestimmung verwendet. Hierzu wurde die Phosphorsäure zunächst nach der Vorschrift von Woy als Ammonium-Phosphormolybdat abgeschieden (zweimal), der Niederschlag in überschüssigem, $2^1/_2$%igen warmem Ammoniak gelöst, die Lösung mit verdünnter Salzsäure bis zur eben beginnenden Trübung, dann mit Magnesiamischung versetzt, zum Sieden erhitzt und die Phosphorsäure nunmehr durch Zufließenlassen von $2^1/_2$%igem, heißem Ammoniak (in dünnem Strahle) bis zur schwachen Phenolphthaleinrötung und durch Zugabe von konzentriertem Ammoniak nach dem Erkalten gefällt. Das vollkommen kristallinisch ausgefallene Ammoniummagnesiumphosphat wurde in der Regel nach 24 Stunden im Neubauertiegel abfiltriert und im elektrischen Ofen bis zur Gewichtskonstanz geglüht (etwa $^1/_2$ Stunde).

Je zwei andere aliquote Teile der Lösung wurden zur maßanalytischen Bestimmung mit Methylorange versetzt und mit Lauge auf gelb eingestellt. Auftretende Trübungen (nur bei Honig und Süßwein) wurden abfiltriert und für sich mit Citratlösung nach S. 24 titriert, wobei aber nur Spuren von an Eisen oder Aluminium gebundener Phosphorsäure gefunden wurden. Das Filtrat wurde nach dem Chlorcalciumverfahren S. 8 titriert.

Die Übereinstimmung der Vergleichszahlen ist befriedigend. Vorkommende erheblichere Differenzen sind eher auf die Fehlerquellen der viel umständlicheren gewichtsanalytischen Bestimmung als auf die Titrationsmethode zurückzuführen.

Die in verdünnter Salpetersäure unlöslichen Bestandteile der Aschen wurden mit dem Filter verascht, gewogen und auf ihre Zusammensetzung geprüft. Hierbei zeigte es sich, daß bei Bier nur reine Kieselsäure vorlag, während die Aschen von Wein und Honig außerdem Manganiphosphat enthielten. Die Mengen von Manganiphosphat waren jedoch so gering, daß die Phosphatmenge höchstens 0,2 ccm 0,1 normaler Natronlauge entsprochen hätte und daher bei der Titration des aliquoten Teiles gar nicht mehr in Betracht gekommen wäre. Der Kieselsäuregehalt in Honig und Milch lag für die Gesamtasche innerhalb der Fehlergrenzen, während diejenigen von Wein (11,6 mg auf 200 ccm und 11,8 mg auf 140 ccm Wein) und von Bier (33,8 mg und 37,6 mg auf 200 ccm Bier) die Titration eines aliquoten Teiles um einige $^1/_{10}$ ccm 0,1 normaler Natronlauge hätten beeinflussen können, wenn die Kieselsäure nicht vorher abgeschieden worden wäre.

Auf genaue Vorschriften zur zweckmäßigen Bestimmung der Phosphate der Asche in einzelnen Lebensmitteln wird an anderer Stelle näher eingegangen werden.

Es soll jedoch schon hier darauf hingewiesen werden, daß der auf S. 38 angegebene Analysengang auch unter den ungünstigsten Umständen sich anwenden läßt. In den meisten Fällen wird sich der Analysengang erheblich einfacher gestalten. Für Phosphatbestimmung in solcher Asche, die keine oder nur Spuren von Eisen-, Aluminium-, Mangan-, Bor- und Siliciumverbindungen, wohl aber Carbonate enthält (z. B. Milchasche), ist die für reine Phosphatlösung angegebene Vorschrift ohne weiteres anwendbar.

Zusammenfassung.

1. Die bisher vorgeschlagenen Verfahren zur Phosphatbestimmung in der Asche von Lebensmitteln, welche auf der Titration der Phosphorsäure vom primären zum sekundären oder tertiären Salz unter Zuhilfenahme zweier Indikatoren beruhen, sind zwar außerordentlich einfach, aber nicht einwandfrei. Selbst reine Phosphatlösungen lassen sich nach diesen Verfahren nur unsicher und ungenügend genau titrieren.

2. Es wurde daher zunächst eine Vorschrift für die einwandfreie Titration von reinen Phosphatlösungen vom primären zum tertiären Salz ausgearbeitet. Das Verfahren beruht nach dem Vorbild einiger älterer darauf, daß die Phosphatlösung vom Farbwechsel des Methylorange zu gelb nach Zusatz von Chlorcalciumlösung bis zum Farbenumschlag des Phenolphthaleins in Rot titriert wird. Durch Versuche wurde erwiesen, daß die dem Verfahren zugrunde liegende Gleichung:

$$2\,NaH_2PO_4 + 3\,CaCl_2 \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 4\,HCl + 2\,NaCl$$

oder $$2\,H_2PO_4' + 3\,Ca^{\cdot\cdot} \rightarrow Ca_3(PO_4)_2 + 4\,H^{\cdot}$$

nur dann erfüllt ist, wenn die Löslichkeit von Tricalciumphosphat, sowie die Bildung von sekundärem Calciumphosphat und basischen Polycalciumphosphaten durch Anwendung ausreichender Chlorcalciumkonzentration, geeigneter Temperatur und geeigneter Wartezeit praktisch vollständig zurückgedrängt werden. Kleinere Fehlerquellen sind leicht auszuschalten.

3. Durch Versuche wurde gezeigt, inwiefern bei der Titration phosphatfreier Lösungen von Aschen, die Eisen- und Aluminiumsalze, Manganverbindungen, Borate und Silikate enthalten, nach diesem und ähnlichen Verfahren die Anwesenheit von Phosphaten vorgetäuscht werden kann, und inwiefern diese Stoffe sowie Meta- und Pyrophosphate bei der Titration von Lösungen phosphathaltiger Aschen nach diesem und ähnlichen Verfahren Titrationsfehler verursachen.

4. Es wurde gezeigt, daß sich diese Störungen folgendermaßen beseitigen lassen.

a) Durch Veraschen nach vorherigem Zusatz von Alkali, wodurch die Bildung von Pyro- und Metaphosphaten (z. B. in Milch- und Bierasche) verhindert wird. Diese Maßnahme ist bei Aschen, in denen Borsäure bestimmt werden soll, ohnehin erforderlich.

b) Durch Ausscheidung von Aluminium und Eisen als tertiäre Phosphate mittels unvollkommener Neutralisation der sauren Lösung gegen Methylorange und Titration der abfiltrierten Phosphate für sich nach Auflösung in neutraler Trinatriumcitratlösung.

c) Durch Eindampfen der Asche mit konzentrierter Salzsäure, sofern Borsäure nicht vorhanden ist, wodurch Kieselsäure und höherwertige Manganverbindungen unschädlich gemacht, Pyro- und Metaphosphate in Orthophosphate übergeführt werden.

d) Durch Titration der mit Hydroperoxyd versetzten, gegen Methylorange neutralisierten, vom Eisen- und Aluminiumphosphat abfiltrierten Lösung nach Zusatz von neutraler Citratlösung (ohne Zusatz von Chlorcalciumlösung), sofern Borsäure vorhanden ist. Hierdurch werden die durch Borate und kleine Mengen höherwertiger Manganverbindungen sowie von Silikaten verursachten Störungen beseitigt. Außerdem wird nach Zusatz von Mannit eine einwandfreie Borsäurebestimmung neben Phosphaten ermöglicht.

e) Durch Zusatz bekannter Mengen von Phosphatlösung bei Aschen, die wenig oder kein Phosphat neben Eisen-, Aluminium- oder Mangansalzen enthalten, um Vortäuschungen von Phosphat durch diese Salze zu vermeiden.

5. Unter Berücksichtigung dieser Punkte wurden Mischungen von bekannten Mengen Phosphat mit Silikaten, Boraten, Eisen-, Aluminium-, Mangan-, Calcium- und Magnesiumsalzen analysiert, wobei die Phosphatbestimmungen genügend genau ausfielen.

6. Durch vergleichende Phosphatbestimmungen in Lösungen von Aschen einiger Lebensmittel einerseits nach dem gewichtsanalytischen, anderseits nach dem maßanalytischen Verfahren wurde die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des letzteren nachgewiesen.

Vorliegende Arbeit wurde im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes im Jahre 1912/1913 ausgeführt. Herrn Direktor Dr. Kerp sowie Herrn Regierungsrat Dr. Auerbach spreche ich für das der Arbeit entgegengebrachte Interesse meinen besten Dank aus.

Berlin, im Mai 1913.

Pyricit, ein neues Desinfektionsmittel für die Schlachthofpraxis.

Von

Dr. med. vet. E. Jahn,

Oberveterinär im Dragoner-Regiment Nr. 25,
kommandiert zum Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Zur Desinfektion von Schlachthallen, Kühlräumen, Markthallen und anderen Räumen, in denen menschliche Nahrungs und Genußmittel verarbeitet oder aufbewahrt werden, eignen sich nur solche Mittel, die neben einer starken bakteriziden und desodorisierenden Wirkung die Eigenschaften der Geruchlosigkeit und Ungiftigkeit in sich vereinigen. Ein Mittel, das allen diesen Ansprüchen genügt, gibt es bis jetzt nicht. Das von der Firma Rosenzweig & Baumann in Cassel fabrikmäßig hergestellte Desinfektionsmittel Pyricit (D. R. P. Nr. 216312) soll nach den Angaben der Fabrik, die sich auf Gutachten verschiedener wissenschaftlicher Institute stützen, diese Eigenschaften besitzen. Mit Rücksicht hierauf wurden im Kaiserlichen Gesundheitsamte nähere Untersuchungen über das Mittel angestellt.

Das in Blechbüchsen zu 1 kg in den Handel gebrachte Pyricit stellt ein grauweißes, etwas stäubendes, körnig-kristallinisches Pulver dar, das einen leicht stechenden Geruch besitzt [1]). An der Luft zieht es reichlich Wasser an, so daß es teilweise zerfließt.

In Mengen von 2 und 3 % in Wasser (destilliertes Wasser und Leitungswasser) gegeben, löst sich das Pulver in der Hauptsache leicht, im übrigen aber auch nach dem Erwärmen nicht vollkommen klar auf. Selbst nach mehrtägigem Stehen und öfterem Umschütteln bleibt ein kleiner, offenbar aus Verunreinigungen bestehender Anteil ungelöst. Nach dem Absetzen oder Filtrieren ist die überstehende Flüssigkeit oder das Filtrat klar. Die farblosen, wasserklaren Lösungen reagieren deutlich sauer.

Die nicht gelösten Anteile bestanden zum Teil aus Holzsplittern, Fäserchen, einem knirschenden Pulver und einem die nicht filtrierte Lösung trübenden, etwas voluminösen Niederschlage. Diese Beimengungen stellen zum Teil Verunreinigungen dar, wie sie bei einem technischen Produkt vorkommen können.

---

[1]) Nach $^1/_2$jährigem Stehen einer zur Hälfte entleerten, aber gut verschlossen gehaltenen Büchse Pyricit war der Geruch stark stechend und wirkte auf die Schleimhaut reizend. Das Pyricitpulver scheint also bei der Aufbewahrung Veränderungen zu erleiden.

Nach der Deutschen Reichspatentschrift Nr. 216 312 und den Angaben der Fabrik besteht das Pyricit aus Natriumbisulfat und Borfluornatrium. Durch Vermischen des an sich schon eine gute Desinfektionswirkung aufweisenden Natriumsulfates mit dem nur schwach wirkenden Natriumborfluroid sollen sehr stark wirkende Verbindungen zustande kommen, die wahrscheinlich Salze komplexer Säuren enthalten (Chem. Zentralblatt 1909 II 2, Seite 2108).

Zur qualitativen chemischen Analyse des Pyricits wurde eine 3 %ige, mit destilliertem Wasser hergestellte filtrierte Lösung benützt. Der ungelöste Anteil wurde abfiltriert, da für die desinfizierende Wirkung des Pyricits nur der gelöste Anteil in Betracht kommt. Die Lösungen reagieren sauer und geben saure Dämpfe ab. In der Lösung wurden nachgewiesen: Eisen, Aluminium — diese beiden in geringen Mengen —, ferner Fluor, Bor, Natrium und Schwefelsäure. Die Angabe der Firma und der Patentschrift über die Zusammensetzung des Pyricits konnten also für die wässerigen Lösungen bestätigt werden. In welcher Form die Elemente in der Desinfektionslösung enthalten sind, läßt sich aus dem Ergebnis der qualitativen Analyse nicht ohne weiteres entnehmen. Die saure Reaktion der von den Lösungen abgegebenen Dämpfe deutet jedoch darauf hin, daß eine flüchtige Säure zugegen ist, wahrscheinlich Borfluorwasserstoffsäure, die in wässeriger Lösung leicht in Fluorwasserstoff und Borfluorid dissoziiert. Ihre Bildung ist in der wässerigen Lösung des Pyricits durch die Gegenwart freier Schwefelsäure — aus dem Bisulfat stammend — und von Borfluornatrium gegeben. Der Borfluorwasserstoffsäure kommt schon in geringen Mengen eine gärungshemmende Wirkung zu[1]).

Nach den Angaben der Firma, die sich auf verschiedene Gutachten wissenschaftlicher Institute stützen, soll das Pyricit stark desinfizierend wirken und in dieser Hinsicht die kristallisierte Karbolsäure erheblich übertreffen; außerdem soll es geruchzerstörend wirken. Infolge seiner Geruch- und Giftfreiheit wird es hauptsächlich zur Desinfektion von Schlachthöfen, Kühlräumen usw. als geeignet empfohlen. Als besonderer Vorzug wird gerühmt, daß der Versand des pulverförmigen Mittels, der in 1 kg Blechdosen erfolgt, viel bequemer sei als bei den flüssigen Desinfektionsmitteln. 1 kg Pyricit kostet 2,50 M, so daß das Liter einer 2 %igen Lösung, die durch einfaches Auflösen des Pyricits in Wasser leicht herzustellen ist, sich auf 5 Pfennige stellt.

Versuchsanordnung.

Die Versuche über die bakterientötende Kraft des Pyricits wurden in der Hauptsache in der Art durchgeführt, daß Aufschwemmungen der zu untersuchenden Bakterien mit einer bestimmten Menge des Desinfektionsmittels in wässeriger Lösung von bestimmter Konzentration in Berührung gebracht und die Bakterien nach bestimmten Zeitabschnitten auf ihre Lebensfähigkeit geprüft wurden.

Von den zu untersuchenden Bakterien (meist 24stündigen Schrägagarkulturen) wurde eine gewisse Menge mit physiologischer Kochsalzlösung zu einer möglichst feinen

[1]) Die qualitative Analyse des von mir verwendeten Pyricits wurde im chemischen Laboratorium der Veterinärabteilung des Kaiserl. Gesundheitsamtes durch Herrn Dr. Wedemann ausgeführt.

Aufschwemmung verrieben. Soweit dies nicht durch Zerreiben mit der Platinöse an der Wand eines Reagenzröhrchens möglich war, geschah es in einem sterilen Mörser. Bei Kulturen von Milzbrandbazillen insbesondere war ein mindestens halbstündiges Zerreiben im Mörser nötig, um einigermaßen gleichmäßige Aufschwemmungen zu erhalten. Zur Entfernung der eventuell vorhandenen Bakterienklumpen sowie sonstiger Verunreinigungen wurden die Aufschwemmungen durch ein steriles Faltenfilter geschickt und sodann vor dem Gebrauch auf Reinheit und Feinheit der Verteilung der aufgeschwemmten Bazillen durch mikroskopische Untersuchungen geprüft. Außerdem wurden jedesmal einige Ösen der Aufschwemmung mit je 12 ccm flüssigem und auf 44^{0} abgekühltem Agar in Petrischalen gegossen. Nach 24 stündigem Aufenthalt im Brutschrank bei 37^{0} konnte eine Prüfung der Wachstumsfähigkeit der Bakterien stattfinden.

Die Lösungen der benutzten Desinfektionsmittel wurden jedesmal frisch hergestellt und zwar — zur Verminderung der Fehlerquellen beim Abwiegen und Abmessen kleinerer Mengen — stets in größeren Mengen, als jeweils gebraucht wurden. Die Herstellung einer 3%igen Pyricitlösung erfolgte beispielsweise in der Art, daß genau 3 g Pyricit in einen Maßzylinder gebracht und sodann mit Wasser bis 100 ccm aufgefüllt wurden. In Rücksicht auf die Verhältnisse bei der praktischen Desinfektion wurde zur Herstellung der Lösungen anfänglich gewöhnliches Leitungswasser verwendet. Dabei traten jedoch, besonders bei den niedriger konzentrierten Lösungen, des öfteren Verunreinigungen auf, die vermutlich auf den Keimgehalt des Leitungswassers zurückzuführen waren. Deshalb kam später steriles destilliertes Wasser in Anwendung. [Die Lösungen wurden nicht filtriert.]

Die Herstellung der Kresolschwefelsäurelösungen erfolgte nach den Ausführungsvorschriften des Bundesrates zum Viehseuchengesetz vom 25. Dezember 1911, Anlage A, § 11, 6. Es wurden 2 Raumteile rohes Kresol (Cresolum crudum des deutschen Arzneibuches) mit 1 Raumteil roher Schwefelsäure (Acid. sulfuric. crud. des deutschen Arzneibuches) bei gewöhnlicher Temperatur gemischt. Von dieser Mischung wurden frühestens 24 Stunden nach ihrer Zubereitung 30 ccm mit Wasser zu 1 Liter Desinfektionsflüssigkeit aufgefüllt und gut gemischt.

Von den so zubereiteten Lösungen wurden 5 ccm in ein Reagenzröhrchen und dazu mit einer Pipette 5 Tropfen der betreffenden Bakterienaufschwemmung gebracht. Nachdem sodann durch Schütteln und Umrühren mit der ausgeglühten Platinöse eine möglichst innige Vermengung der Bakterienaufschwemmung mit der Desinfektionslösung erreicht worden war, wurden „sofort" 3 Ösen der Mischung in 12 ccm flüssigen, auf 44^{0} abgekühlten Agar gebracht und in eine Petrischale ausgegossen. Diese sofort gegossenen Platten hatten den Zweck, bei Parallelversuchen zu entscheiden, ob es jedesmal gelungen war, ungefähr die gleiche Anzahl von Bakterien der Einwirkung der Desinfektionslösung auszusetzen. Alsdann wurden aus denselben Röhrchen nach bestimmten Zeiten, die sich hauptsächlich nach der Resistenz der verwendeten Bakterien und der Konzentration der Desinfektionslösungen bemaßen, wiederum 3 Ösen des Gemisches in ein Reagenzröhrchen mit 12 ccm flüssigem, auf 44^{0} abgekühltem Agar gebracht und in eine Petrischale ausgegossen. Bei allen Versuchen wurde stets

dieselbe Öse benutzt, und es wurden auch die Handgriffe beim Anlegen der Subkulturen in möglichst gleicher Weise ausgeführt. Dadurch gelang es in den meisten Fällen, gleich viel Material in die Subkulturen zu übertragen und so vergleichbare Verhältnisse zu schaffen. Die Petrischalen wurden in den Brutschrank (37°) gestellt und nach 24 Stunden die aufgegangenen Kolonien gezählt. Nach 48 Stunden erfolgte eine Kontrolle der Zählung, die vielfach recht erhebliche Änderungen ergab. In allen Fällen, in denen die Bakterien der Abtötungsgrenze nahe kamen, war eine längere Beobachtung nötig, weil dieselben dann so geschwächt sind, daß sie zu einem sichtbaren Wachstum selbst auf den günstigsten Nährböden und bei optimaler Temperatur mehr Zeit brauchen als solche, die gar nicht oder nur wenig geschwächt sind. Besonders deutlich tritt dies bei den resistenten Milzbrandsporen hervor. Hier ist eine mindestens 6—8tägige Beobachtung nötig.

Die Zählung der aufgegangenen Kolonien erfolgte, wenn es sich um eine geringere Zahl handelte, mit bloßem Auge oder mit Hilfe einer Lupe unter Benutzung einer Zählplatte nach Wolffhügel. Kolonien bis zu 3—500 wurden einzeln gezählt, bei etwa 500 bis 10000 wurde die Kolonienzahl in 10—15 Quadraten bestimmt, der Durchschnitt gezogen und mit der Zahl der für eine Platte bestimmten Quadratzentimeter multipliziert. Dicht bewachsene Platten zählte ich mit der kleinen Vergrößerung eines Zeißschen Mikroskopes (Objektiv AA, Okular 2). Die Berechnung der Zahl der auf einer Platte aufgegangenen Kolonien geschah in der bekannten Weise.

Der Einfachheit und größeren Deutlichkeit halber sind in den Tabellen die Zahlen folgendermaßen dargestellt:

bis 100 Kolonien	+
100— 1000 „	++
1000—10000 „	+++
über 10000 „	++++.

Als ∞ (unendlich) wurde die Zahl dann bezeichnet, wenn sich so viele kleine und kleinste Kolonien auf der Platte befanden, daß sie selbst mit der kleinen Vergrößerung in einem Gesichtsfeld nicht mehr annähernd genau festgestellt werden konnten. Dies Verhältnis entspricht etwa einer Gesamtzahl von mindestens 400000 Kolonien.

Da auch die Art und Zusammensetzung der Nährböden auf die Versuchsergebnisse von Einfluß sein kann, sei deren Herstellung im folgenden beschrieben:

Der zum Anlegen der Testkulturen, sowie der Subkulturen benutzte Agar wurde in folgender Weise hergestellt: 1 Pfund Fleisch und 5 g Kochsalz mit 1,2 Liter Leitungswasser (0,2 Liter sind auf das Eindampfen berechnet) 3 Stunden bei 50° C stehen lassen, dann 1 Stunde stark kochen, bis zum nächsten Tag unbedeckt erkalten lassen und durch ein doppeltes Faltenfilter filtrieren. Nach Zusatz von 10 g Pepton Witte (für bakteriologische Zwecke) und 18 g Agar 3 Stunden im Dampftopf kochen, mit Normal-Natronlauge neutralisieren und 1,5 g kristallisierte Soda über den Neutralpunkt zusetzen. Abkühlen auf ungefähr 45° C, Zusatz von 1,5 g getrocknetem Eiweiß, das vorher 1 Stunde eingeweicht wurde, kräftig Durchschütteln bis zur Schaumbildung, 1 Stunde im strömenden Dampf kochen, durch ein doppeltes Faltenfilter filtrieren und 1 Stunde im Dampftopf bei 100° C sterilisieren.

Die Herstellung der verwendeten Bouillon erfolgte folgendermaßen: 1 Pfund Fleisch und 5 g Kochsalz mit 1,2 Liter Leitungswasser 3 Stunden bei 50° C stehen lassen, dann 1 Stunde

stark kochen, bis zum nächsten Tag unbedeckt erkalten lassen und durch ein doppeltes Faltenfilter filtrieren. Nach Zusatz von 10 g Pepton Witte einstündiges Kochen im Dampftopf bei 100°, mit Normal-Natronlauge neutralisieren. Nach Zusatz von 1,5 g kristallisierter Soda 1 Stunde in strömenden Dampf stellen und dann durch ein mit heißem Wasser befeuchtetes doppeltes Faltenfilter filtrieren und 1 Stunde im Dampftopf sterilisieren.

Der bei Bact. coli verwendete Lackmusnutroseagar nach v. Drigalski und Conradi wurde in folgender Weise zubereitet:

30 g Liebigs Fleischextrakt, 30 g Pepton Witte und 30 g Nutrose in 3 Liter Leitungswasser gut auflösen, alsdann 90 g feinsten Stangenagar zusetzen, 1 Stunde in den Autoklaven bei 110° C bringen, mit Normal-Natronlauge neutralisieren, abkühlen, mit Eiweiß klären und filtrieren. Dazu Zusatz einer 40—50° C warmen Lackmus-Milchzuckerlösung (Lackmuslösung von O. Kahlbaum 260 ccm 10 Min. gekocht, dazu chemisch reiner Milchzucker 30,0 g, 15 Min. kochen); gut umschütteln und der Mischung so viel einer sterilen 10%igen Sodalösung tropfenweise zusetzen, daß der beim Schütteln entstehende rote Schaum in wenigen Stunden blauviolett wird; ferner 20 ccm frisch bereiteter Lösung von 0,1 g Kristallviolett B der Höchster Farbwerke in 100 ccm warmem sterilem destilliertem Wasser hinzufügen.

Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt (18—20°).

Als Testbakterien wurden entsprechend der hauptsächlich empfohlenen Verwendung des Pyricit zur Schlachthofdesinfektion in erster Linie die hierbei in Betracht kommenden Bakterien aus der Typhus-Coli-Gruppe, wie Bac. enterit. Gärtner, Bac. Paratyph. B. und Bact. coli gewählt. Diese Bakterien gehören bekanntlich zu den leicht zerstörbaren. Ferner gelangte noch Staphylococcus pyogenes aureus, und — als Vertreter der resistenten Bakterien — Milzbrand- sowie Tuberkelbazillen zur Anwendung. Die Tuberkelbazillen wurden auf 2%iger Glyzerinbouillon, die übrigen Bakterien auf Schrägagar gezüchtet. Zu den Versuchen mit Tuberkelbazillen diente eine mehrere Wochen alte Glyzerinbouillonkultur eines bovinen Stammes (P8) von mittelgradiger Virulenz. Bei den übrigen Bakterien — mit Ausnahme der Milzbrandbazillen — wurden meist solche Schrägagarkulturen verwendet, die vorher 24 Stunden im Brutschrank bei 37° C gestanden hatten. Wenn ältere Kulturen zur Verwendung gelangten, so ist dies besonders bemerkt. Von dem Erreger des Milzbrands wurden bis zu 2 Monate alte Schrägagarkulturen geprüft, ausgehend von der Erwägung, daß in einer 24 Stunden alten Kultur Bazillen und Sporen verschiedenen Alters sich nebeneinander befinden, während eine mehrwöchige Kultur ungefähr gleichaltrige und gleich resistente Sporen enthält. In der Desinfektionspraxis dürfte es sich bei Milzbrand außerdem in der Mehrzahl der Fälle um Vernichtung von Sporen handeln, die älter als 24 Stunden sind.

Da die das Pyricit herstellende Firma auf Grund mehrerer wissenschaftlicher Gutachten behauptet, daß das Mittel eine bedeutend stärkere desinfizierende Kraft besitze als Karbolsäure, so wurde letztere, sowie die ebenfalls in den Ausführungsvorschriften zum Viehseuchengesetze genannte Kresolschwefelsäure zum Vergleich herangezogen.

Versuche mit Tuberkelbazillen.

Von einer 50tägigen Glyzerin-Bouillonkultur wurde eine gewisse Menge abgewogen, getrocknet und in einem sterilen Mörser mit der hundertfachen Menge physiologischer Kochsalzlösung zu einer möglichst feinen Aufschwemmung verrieben.

Nunmehr wurden verschiedene Reagenzröhrchen mit je 4,5 ccm physiologischer Kochsalzlösung und je 0,15 g Pyricit beschickt und dazu je 0,5 ccm der Tuberkelbazillenaufschwemmung gebracht. In ähnlicher Weise erfolgte die Herstellung der zum Vergleiche gewählten Lösungen von Kresolschwefelsäure. Nachdem die so entstandenen 3%igen Mischungen verschieden lang auf die Tuberkelbazillen eingewirkt hatten, wurden die Röhrchen während einer halben Stunde in einer Wasserzentrifuge mit 1600 Umdrehungen zentrifugiert, der Bodensatz mit je 4 ccm physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen und davon je 2 ccm an 2 Meerschweinchen unter die Bauchhaut verimpft.

Zur Prüfung der Virulenz des verwendeten Tuberkelbazillenstammes wurden 0,5 ccm der Aufschwemmung in 4,5 ccm physiologischer Kochsalzlösung gegeben, gut vermengt und davon je 1 ccm an 2 Meerschweinchen am 1. 5. 12 subkutan verimpft.

22. 6. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose.
3. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose.

Die Virulenz der verwendeten Tuberkelbazillenaufschwemmung war demnach nicht beeinträchtigt.

In beiden Versuchen gingen demnach die mit Tuberkelbazillen nach 1, 3 und 6 Stunden langer Einwirkung der Pyricitlösung geimpften Meerschweinchen — mit Ausnahme der vorzeitig gestorbenen — an hochgradiger allgemeiner Impftuberkulose

1. Versuch. (1. 5. 12.)

Einwirkungsdauer	3 % Pyricit	3 % Kresolschwefelsäure	Bemerkungen
1 Stunde	5. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose 11. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	5. 5. 12. 1 Meerschw. †. Keine Tuberkulose. Kein Befund. 24. 6. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
3 Stunden	8. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose 12. 7. 15. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	3. 7. 12. 1 Meerschw. † Hochgradige allgemeine Impftuberkulose 21. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
6 Stunden	12. 7. 12. 2 Meerschw. getötet. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	2. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose 12. 7. 12. 1 Meerschw. getötet. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
24 Stunden	12. 7. 12. 2 Meerschw. getötet. Keine Tuberkulose. Kein Befund	12. 7. 12. 1 Meerschw. getötet. Keine Tuberkulose 12. 7. 12. 1 Meerschw. getötet. Geringgradige allgemeine Impftuberkulose	

2. Versuch. (10. 5. 12.)

Einwirkungsdauer	3 % Pyricit	3 % Kresolschwefelsäure	Bemerkungen
½ Minute	7. 6. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose. 1. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	12. 7. 12. 2 Meerschw. getötet. Beide hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
1 Stunde	22. 5. 12. 1 Meerschw. †. Keine Tuberkulose. Kein Befund 12. 7. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	20. 6. 12. 1 Meerschw. †. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose 12. 7. 12. 1 Meerschw. getötet. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
3 Stunden	13. 5. 12. 1 Meerschw. †. Bauchfellentzündung Keine Tuberkulose. 12. 7. 12. 1 Meerschw. getötet. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	12. 7. 12. 2 Meerschw. getötet. Hochgradige allgemeine Impftuberkulose	
24 Stunden	20. 6. 12. 2 Meerschw. †.* Beide geringgradige Impftuberkulose	12. 7. 12. 2 Meerschw. getötet. Keine Tuberkulose. Kein Befund.	* Bei beiden Tieren Geschwür an der Impfstelle und Schwellung der Kniefaltendrüsen. In Ausstrichpräparaten davon Tuberkelbazillen nachweisbar. Sonst keine Veränderungen

ein oder zeigten bei der nach 10 Wochen erfolgten Tötung das typische Bild dieser Krankheit. Die nach 24 stündiger Einwirkung der 3%igen Pyricitlösung geimpften Meerschweinchen zeigten sich im Versuch I nach der Tötung als frei von Tuberkulose, während sie im Versuch II nach 6 Wochen an einer Zufallskrankheit starben und bei der Sektion geringgradige Tuberkulose aufwiesen. Von den nach 24 stündiger Einwirkung einer 3%igen Kresolschwefelsäurelösung geimpften Meerschweinchen zeigte eines (Versuch I) bei der Tötung nach 10 Wochen geringgradige allgemeine Impftuberkulose, während die übrigen sich als gesund erwiesen. Es ist demnach weder eine 3%ige Pyricitlösung, noch eine 3%ige Kresolschwefelsäurelösung imstande, innerhalb 24 Stunden Tuberkelbazillen mit Sicherheit abzutöten. Eine erhebliche Abnahme der Virulenz ist in dieser Zeit aber zu verzeichnen.

Bei den mit Milzbrandbazillen, Staphylococc. pyog. aur., Bac. enterit. Gärtner, Bac. paratyph. B und Bact. coli in wässerigen Lösungen ausgeführten Versuchen sind bei der von mir geübten Methode zweierlei Fehlerquellen zu beachten: Einmal wird beim Übertragen von 3 Ösen des Desinfektionsgemisches in den flüssigen Agar stets etwas Agar in ersteres mitübertragen, und anderseits kommt mit jeder Öse etwas von dem Desinfektionsmittel mit in den auszugießenden Agar.

Was die Übertragung von Agar in die Desinfektionsmischung betrifft, so handelt es sich nur um verschwindend kleine Mengen, die bei den vergleichend angelegten Versuchen kaum ernstlich ins Gewicht fallen. Zur Prüfung dieser Frage wurde bei

späteren Versuchen nur noch 1 Öse übertragen. Eine wesentliche Änderung der Versuchsergebnisse war indessen nicht festzustellen.

Bedenklicher könnte es erscheinen, daß mit jeder Öse auch eine gewisse Menge des Desinfektionsmittels in den Agar übertragen wird. Da manche Desinfektionsmittel selbst in starken Verdünnungen (z. B. Sublimat in einer Verdünnung von 1:100000) noch eine deutliche wachstumshemmende Wirkung entfalten, so ist die Vermutung nicht ohne weiteres von der Hand zu weisen, daß das in den Agar übertragene Pyricit wachstumshemmende Eigenschaften entwickeln und so den Wert der Versuchsergebnisse beeinträchtigen könnte. Die Frage schien mir wichtig genug, um vor Eintritt in die eigentlichen Versuche eine Prüfung der wachstumshemmenden Eigenschaften des Pyricits und der Kresolschwefelsäure vorzunehmen.

Zu diesem Zwecke wurden Lösungen der betreffenden Desinfektionsmittel im Verhältnis von 1 : 100, 1 : 1000, 1 : 10000 und 1 : 100000 in Bouillon hergestellt. Zu je 4,75 ccm dieser Lösungen wurden 0,25 ccm einer Aufschwemmung der zu untersuchenden Bakterien gegeben und die Röhrchen in den Brutschrank bei 37° C gesetzt. Außerdem wurde zum Vergleich ein 4,75 ccm Bouillon enthaltendes Reagenzröhrchen mit 0,25 ccm Bakterienaufschwemmung versetzt und ohne Zusatz eines Desinfektionsmittels in den Brutschrank gebracht. Nach 24 stündigem Aufenthalt im Brutschrank wurden die Röhrchen darauf geprüft, ob Wachstum eingetreten war oder nicht. Um zu sehen, ob die Bakterien, die ja in gleicher Menge in die Röhrchen gebracht worden waren, sich auch gleich stark vermehrt hatten, wurden aus jedem der 24 Stunden lang bebrüteten Röhrchen je 3 Ösen in 12 ccm flüssigen, auf 44° C abgekühlten Agar gebracht und in eine Petrischale ausgegossen. Nach 24- und 48-stündigem Aufenthalt im Brutschrank wurde die Zahl der aufgegangenen Kolonien festgestellt. In den nachstehenden Tabellen zeigt sich das Ergebnis.

1. Bac. anthracis.

(24stündige, sporenhaltige Schrägagarkultur).

Lösungen der betreffenden Desinfektionsmittel in Bouillon	Aussehen der Röhrchen nach 24 Stunden (bei 37°)	Platten nach 24 Stunden (bei 37°)	Bemerkungen
Pyricit 1 : 100	Bouillon getrübt, Wachstum	Platte dicht bewachsen	Die einzelnen auf den Platten aufgegangenen Kolonien waren nicht zählbar, da sie zusammenflossen. Sämtliche Platten waren jedoch ungefähr gleich dicht bewachsen
„ 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	„ „ „	
„ 1 : 10 000	desgl.	„ „ „	
„ 1 : 100 000	desgl.	„ „ „	
Kresolschwefelsäure 1 : 100	Bouillon getrübt, Wachstum	„ „ „	
Kresolschwefelsäure 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	„ „ „	
Kresolschwefelsäure 1 : 10 000	desgl.	„ „ „	
Kresolschwefelsäure 1 : 100 000	desgl.	„ „ „	
Bouillon ohne Zusatz + Bakterienaufschwemmung	desgl.	„ „ „	

2. Bac. enterid. Gärtner.

(24stündige Schrägagarkultur).

Lösungen in Bouillon	Aussehen der Röhrchen nach 24stündigem Aufenthalt im Brutschrank	Platten nach 24 Stunden im Brutschrank	Platten nach 48 Stunden im Brutschrank
Pyricit 1 : 100	Bouillon ganz leicht getrübt, geringes Wachstum	keine Kolonien	4 Kolonien
„ 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	∞ „	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 100	Bouillon leicht getrübt, Wachstum	keine Kolonien	3 Kolonien
Kresolschwefelsäure 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, Wachstum	∞ „	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 10 000	desgl.	∞ „	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 100 000	desgl.	∞ „	∞ „
Bouillon ohne Zusatz + Bakterienaufschwemmung	desgl.	∞ „	∞ „

3. Staphylococc. pyog. aur.

(24stündige Schrägagarkultur).

Lösungen in Bouillon	Aussehen der Röhrchen nach 24 Stunden (bei 37 °)	Platten nach 24 Stunden (bei 37 °)
Pyricit 1 : 100	Leicht getrübt, geringes Wachstum	ca. 500 Kolonien
„ 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 100	ganz geringgradige Trübung	1 „
„ 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Bouillon ohne Zusatz + Bakterienaufschwemmung	desgl.	∞ „

4. Bact. coli.

(24 stündige Schrägagarkultur).

Lösungen in Bouillon	Aussehen der Platten nach 24 Stunden (bei 37 °)	Platten nach 24 Stunden (bei 37 °)
Pyricit 1 : 100	Leichte Trübung, schwaches Wachstum	1 Kolonie
„ 1 : 1000	Bouillon getrübt, Bodensatz, starkes Wachstum	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 100	Bouillon fast klar,	4 „
„ 1 : 1000	Trübung, Bodensatz, starkes Wachstnm	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Bouillon ohne Zusatz + Bakterienaufschwemmung	desgl.	∞ „

5. Bac. Paratyph. B.

(24 stündige Schrägagarkultur).

Lösungen in Bouillon	Aussehen der Röhrchen nach 24 Stunden (bei 37 °)	Platten nach 24 Stunden (bei 37 °)
Pyricit 1 : 100	Leichte Trübung, geringer Bodensatz	ca. 50 Kolonien
„ 1 : 1000	Trübung. Bodensatz. Starkes Wachstum	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Kresolschwefelsäure 1 : 100	Bouillon fast klar	0 „
„ 1 : 1000	Trübung, Bodensatz, starkes Wachstum	∞ „
„ 1 : 10 000	desgl.	∞ „
„ 1 : 100 000	desgl.	∞ „
Bouillon ohne Zusatz + Bakterienaufschwemmung	desgl.	∞ „

Diese Versuche zeigen also, daß sowohl Pyricit wie Kresolschwefelsäure auf Milzbrandbazillen und -Sporen selbst in einer Konzentration von 1 : 100 keinerlei nachweisbare hemmende Wirkung ausüben. Bei den übrigen 4 Bakterienarten konnten nur die 1%igen Lösungen eine wachstumshemmende Wirkung entfalten, während in den niedriger konzentrierten Lösungen das Wachstum der Bakterien ebenso rasch und stark erfolgte wie in den Bouillonröhrchen ohne Zusatz eines der Desinfektionsmittel.

Die bei den Versuchen benutzte Öse hatte ein Wasserfassungsvermögen von etwa 0,015 g. Beim Übertragen von 3 Ösen des Desinfektionsgemisches in den flüssigen Agar wäre daher das betreffende Mittel in dem Agar in einer Konzentration von etwa 1 : 10000 vorhanden; in solcher Verdünnung übt aber keines der Mittel eine hemmende Wirkung aus, so daß die Versuche nach dieser Richtung hin als einwandfrei zu be-

trachten sind. Es wurde deshalb von vornherein auf jede Entfernung des Desinfektionsmittels verzichtet, zumal sich für das, aus einem Gemische verschiedener chemischer Körper bestehende Pyricit ein Neutralisationsmittel kaum finden läßt, das die Desinfektionswirkung nach einer bestimmten Zeit sicher aufhebt, ohne selbst keimtötende Eigenschaften zu entfalten.

Auch von der Karbolsäure ist es bekannt, daß sie selbst in verhältnismäßig hohen Konzentrationen keinerlei hemmende Wirkung entfaltet. Die bei Pyricit, Kresolschwefelsäure und Karbolsäure erhaltenen Werte sind somit als reine Desinfektionswerte anzusprechen.

Versuche mit Milzbrandbazillen und -Sporen.

Bac. anthracis.

Alter der Kultur	Desinfektionslösung	Sofort	1 Min.	3 Min.	5 Min.	10 Min.	30 Min.	1 Std.	3 Stdn.	5 Stdn.	10 Stdn.	24 Stdn.	10 Tage
24 Stdn.	Pyricit 1 %	++++	++++	++++	++++	++++	+++	+++	++	++	+	+	0
„	„ 2 „	++++	++++	++++	++++	+++	+++	++	+	+	+	+	0
„	„ 5 „	++++	++++	++++	+++	+++	++	+	+	+	+	0	0
„	„ 10 „	++++	+++	+++	+++	++	+	+	—	—	+	0	0
„	Karbolsäure 1 %	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	++	++	++
„	Karbolsäure 2 %	++++	++++	++++	++++	+++	++++	+++	+++	+++	++	++	++
„	Karbolsäure 5 %	++++	++++	++++	++++	+++	+++	+++	+++	++	++	++	0
„	Karbolsäure 10 %	++++	++++	+++	+++	++	++	++	++	—	+	0	0
2 Monate	Pyricit 3 %	+++	+++	—	+++	—	++	—	++	—	—	+	—
„	Kresolschwefelsäure 3 %	+++	+++	—	+++	—	+++	—	+++	—	—	++	—
24 Stdn.	Pyricit 3 %	+++	+++	—	+++	—	++	—	+	+	—	0	—

Pyricit ist demnach der Karbolsäure in bezug auf seine keimtötende Kraft gegenüber Milzbrandbazillen und -Sporen überlegen. Dies macht sich einmal in einer früheren Abtötung, sowie ferner in einer rascheren Abnahme der aufgegangenen Kolonienzahl bemerkbar. Immerhin genügt die 24stündige Einwirkung einer 1-, 2- und 3%igen Pyricitlösung nicht, um Milzbrandsporen mit Sicherheit abzutöten. Bei Karbolsäure bewirkt dies nicht einmal eine 5%ige Lösung innerhalb 24 Stunden. Auch die 3%ige Kresolschwefelsäurelösung hatte in 24 Stunden keine Abtötung der Milzbrandsporen bewirkt. In dem einen Falle, in dem eine 3%ige Pyricitlösung innerhalb 24 Stunden die Milzbrandsporen abzutöten vermochte, handelte es sich um eine 24stündige Schrägagarkultur, während die 2 Monate alten Sporen nicht abgetötet wurden. Dieser Befund deutet darauf hin, daß das Alter der Sporen mit der Widerstandsfähigkeit in einem gewissen Zusammenhang steht.

Versuche mit Staphylococcus pyogenes aureus, Bact. coli, Bac. Paratyph. B und Bac. ent. Gärtner.

Alter der Kulturen	Desinfektionslösung	sofort	nach 1 Min.	nach 3 Min.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 30 Min.
	Staphylococc. pyog. aur.						
24stündige Kulturen	1 %ige Pyricitlösung	+++	++	+	0	0	0
	2 " "	++	+	+	0	0	0
	3 " "	++	0	0	0	0	0
	1 " "	++++	+++	+++	++	—	++
	3 " "	+++	0	+	0	—	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	+	0	0	0	—	0
	3 " Pyricitlösung	+++	+	0	0	—	0
	3 " "	+++	++	+	0	—	0
	Bact. coli.						
24stündige Schrägagarkultur	1 %ige Pyricitlösung	+++	++	+	+	0	0
	2 " "	+++	++	0	0	0	0
	3 " "	+++	0	0	0	0	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	+++	++	+	0	0	0
	1 " Pyricitlösung	++++	+++	++	++	—	+++
	3 " "	++++	+++	+++	0	0	0
48stündige Kultur	3 " "	++++	+	0	0	0	0
4tägige Kultur	3 " "	++	+	0	0	0	0
	Bac. Paratyph. B.						
24stündige Kulturen	3 %ige Pyricitlösung	+	+	0	0	—	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	++	0	0	0	—	0
	1 " Pyricitlösung	+++	++	++	++	—	++
	3 " "	++++	+++	++	0	—	0
	3 " "	++++	++	—	0	—	0
10tägige Kultur	3 " "	+	0	0	0	—	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	+	+	+	0	—	0
	Bac. enterit. Gärtner.						
24stündige Kultur	3 %ige Pyricitlösung	+++	+	0	0	—	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	++	++	+	0	—	0
	3 " Pyricitlösung	++	+	0	0	—	—
	1 " "	++++	++++	++++	++	—	++
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	0	+	0	0	—	0
10tägige Kultur	3 " Pyricitlösung	++++	+	+	0	—	0
	3 " Kresolschwefelsäurelösung	+++	+	+	+	—	0

Pyricit stellt demnach für den Staphylococcus pyogenes aureus, die Fleischvergiftungsbakterien und Bact. coli ein gutes Desinfektionsmittel dar. Es kommt in bezug auf diese Bakterien in 3%igen Lösungen der Kresolschwefelsäure an Wirksamkeit mindestens gleich, übertrifft sie sogar zum Teil. Auch die 1- und 2%igen Lösungen von Pyricit entfalten gegenüber den in Rede stehenden Bakterien eine verhältnismäßig starke bakterizide Wirkung, doch dürften sich gerade für Schlachthof-Desinfektionen die 3%igen Lösungen am besten eignen, da durch sie die Staphylokokken und die Bakterien der Typhus-Coli-Gruppe schon nach 1—5 Minuten abgetötet werden. Zu Desinfektionen, bei denen es sich um resistentere Bazillen wie Milzbrand-, Tuberkelbazillen usw. handelt, genügt die 3%ige Pyricitlösung nicht, um eine ausreichende keimtötende Wirkung auszuüben. Hier ist mindestens eine 5%ige Lösung nötig und auch diese muß mindestens 24 Stunden lang einwirken.

Nach Prior und Zikes (Allg. Zeitschrift f. Bierbrauerei und Malzfabrikation, Wien 1909, Seite 11) findet das Pyricit in der Brauindustrie Anwendung. Sie prüften seine bakterizide Wirkung auf die hauptsächlich für das Brauereigewerbe in Betracht kommenden Bakterien, Hefe- und Schimmelpilze. Eine 2%ige Lösung tötete bei 1stündiger Einwirkung alle von ihnen geprüften Organismen. Sie empfehlen das Pyricit als ein hervorragendes Desinfektionsmittel zum Sterilisieren von Apparaten und Gefäßen, Rohrleitungen, Schläuchen usw. Auch für Zerstörung von Schimmelpilzrasen und Bakterienwucherungen auf Wandungen soll es sehr geeignet sein.

Versuche nach der Methode von Krönig und Paul.

Eine weitere Reihe von Versuchen über die desinfizierende Kraft des Pyricits wurde nach der von Krönig und Paul beschriebenen Methode ausgeführt[1]). Zu dem Versuche mit dem Erreger des Milzbrands wurden Glaskugeln verwendet, bei den Versuchen mit den übrigen Bakterien rohe böhmische Granaten von etwa gleicher Größe und Form. Diese wurden zunächst 2 Stunden lang in 20%iger Salzsäure zur Entfernung des anhaftenden Staubes gekocht und mit destilliertem Wasser so lange ausgeschüttelt, bis dieses völlig klar ablief. Darauf erfolgte nochmaliges halbstündiges Auskochen mit Salzsäure, Auswaschen mit Wasser, Schütteln mit Alkohol, Äther und nochmals Alkohol, Abspülen mit Wasser, Trocknen und Sterilisation durch halbstündiges Erhitzen auf 200° C. Die so vorbereiteten Glaskugeln und Granaten wurden sodann in einem Schüttelzylinder mit einer filtrierten wässerigen Bakterienaufschwemmung geschüttelt und in einem Exsikkator bei Eisschranktemperatur über Chlorcalcium getrocknet.

Von den so vorbereiteten Glaskugeln und Granaten wurde die jeweils für den Versuch nötige Anzahl (s. unten) in die zu untersuchende Lösung gegeben. Ein über dem Boden der Gläser angebrachtes Drahtnetz diente dem Zwecke, daß die darauf liegenden Granaten auf allen Seiten mit der Desinfektionsflüssigkeit in Berührung kommen. Nach bestimmten Zeiten erfolgte die Entnahme von je 5 Granaten aus der

[1]) Zeitschrift f. Hygiene und Infektionskrankheiten Bd. 25, 1897.

Desinfektionsflüssigkeit mittels steriler Pinzetten. Die Granaten wurden sodann in destilliertem Wasser abgeschwenkt, in ein Reagenzröhrchen mit 3 ccm sterilem destillierten Wasser gegeben, alle zusammen in einem Korbe 5 Minuten lang geschüttelt und alsdann der Inhalt der Röhrchen mit je 12 ccm flüssigem und auf 44° abgekühltem Agar in Petrischalen ausgegossen. Die Beobachtung und Keimzählung geschah in der angegebenen Weise.

Bac. anthrac.

Alter der Test-bakterien	Desinfektions-lösung	sofort	nach ½ Stunde	nach 2 Stdn.	nach 24 Stdn.	nach 48 Stdn.	nach 4 Tagen
2 Monate alte Sporen	3%ige Pyricitlösung	+++	+++	++	+	0	0
	3 „ Kresolschwefelsäurelösung	+++	+++	+++	+++	++	+

Aus diesem Versuche geht hervor, daß sich die Milzbrandsporen bei Antrocknung an Glaskugeln nach der von Krönig und Paul angegebenen Methode gegenüber 3%iger Pyricit- und Kresolschwefelsäurelösung etwa ebenso verhalten wie in Aufschwemmungen mit physiologischer Kochsalzlösung (vergl. S. 52).

Anders war das Ergebnis der vergleichenden Versuche bei den übrigen untersuchten Bakterienarten.

Desinfektionslösung	sofort	nach 1 Min.	nach 3 Min.	nach 5 Min.	nach 30 Min.
Staphylococc. pyog. aur.					
3%ige Pyricitlösung	0	0	0	0	0
3 „ Kresolschwefelsäurelösung	0	0	0	0	0
Bac. Paratyph. B.					
3%ige Pyricitlösung	0	0	0	3 Kol. (Verunreinigung)	0
3 „ Kresolschwefelsäurelösung .	0	0	0	0	0
Bac. enterit. Gärtner.					
3%ige Pyricitlösung	0	0	0	0	0
3 „ Kresolschwefelsäurelösung .	0	0	0	0	0
Bact. coli.					
3%ige Pyricitlösung	1 Kol. (Kokken)	1 Kol. (Kokken)	0	0	0
3 „ Kresolschwefelsäurelösung .	0	0	0	0	0

Hier zeigte es sich, im Gegensatze zu den mit feuchten Bakterienaufschwemmungen angestellten Versuchen (S. 53—54), daß bereits nach ganz kurz dauernder Einwirkung des Desinfektionsmittels auf die nach Krönig und Paul angetrockneten Bakterien ein Wachstum der Bakterien auf Agar nicht mehr stattfand. Diese auffallende Erscheinung

kann nur so erklärt werden, daß diese Bakterien gegenüber dem scharfen Antrocknen, wie es Krönig und Paul fordern, so wenig widerstandsfähig sind, daß bereits eine ganz geringe Einwirkungsdauer des Desinfiziens genügt, um sie abzutöten. Daß das scharfe Antrocknen an sich die in Betracht kommenden Bakterien nicht oder nicht unbedingt zerstört, zeigte folgender Kontrollversuch.

Je 5 Granaten mit den angetrockneten Bakterien wurden in 3 ccm Wasser geschüttelt und die Flüssigkeit mit 12 ccm Agar in eine Platte ausgegossen. Hiernach fanden sich auf der Platte:

Von Bac. paratyph. B	5 Kolonien
„ „ ent. Gärtner	∞ „
„ Staph. pyog. aur. . . . . etwa	1000 „
„ Bact. coli . . . . „	8000 „

Das Antrocknen der Bakterien an die Granaten hatte demnach ihre Wachstumsfähigkeit nicht oder nicht völlig aufgehoben. Alle 4 Bakterienarten zeigten auf Agarplatten gutes Wachstum nach 24 Stunden, solange kein Desinfektionsmittel auf sie eingewirkt hatte. Die Widerstandskraft der Bakterien gegenüber den geprüften Desinfektionsmitteln war dagegen durch den Trocknungsprozeß so erheblich herabgemindert worden, daß sie von der 3%igen Pyricit- und Kresolschwefelsäurelösung fast momentan abgetötet wurden. Die Methode von Krönig und Paul führt demnach bei den zuletzt untersuchten Bakterienarten zu erheblichen Fehlresultaten.

Versuche zur Abtötung von Bakterien in eiweißhaltigen Mischungen.

Bei der Ausführung von Desinfektionen von Schlachthöfen, Kühlhallen usw., zu denen die Verwendung von Pyricit hauptsächlich empfohlen wird, sind die zu vernichtenden Bakterien vielfach in eiweißhaltigen Flüssigkeiten, wie Blut, Schleim, Exsudaten usw. oder in Kot, Harn und ähnlichen Medien enthalten. Es erschien daher angebracht, auch unter solchen Verhältnissen die Wirksamkeit des Pyricits zu erproben. Die Bakterien, die in den genannten Medien enthalten sind, sind gleichsam von einer schützenden Schicht umgeben und deshalb schwerer abzutöten als solche, die in Wasser oder physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt sind oder frei umherliegen und so der Einwirkung des Desinfektionsmittels unmittelbar von allen Seiten zugänglich sind. Diese Untersuchungen, die eine Nachahmung der Verhältnisse der Praxis darstellen, sollten auch zur Prüfung der Frage dienen, ob durch chemische Umsetzungen beim Zusammenbringen mit eiweißhaltigen Flüssigkeiten, mit Kot usw. die wirksamen Bestandteile des Desinfektionsmittels ganz oder zum Teil verloren gehen.

Zu dem angegebenen Zweck wurde mit den verschiedenen Bakterien folgender Versuch angestellt: Normales Rinderserum wurde mit der gleichen Menge einer 6%igen Pyricitlösung vermengt, so daß eine 3%ige Pyricitmischung entstand. Zum Vergleiche diente eine 3%ige, nicht eiweißhaltige Pyricitlösung. Zu je 5 ccm dieser Mischung oder Lösung wurden 5 Tropfen einer Aufschwemmung von 24stündigen Schrägagarkulturen hinzugefügt; nach bestimmten Zeiten wurden hieraus in der üblichen Weise Platten gegossen.

Alter der Test-bakterien	Desinfektionslösung	sofort	nach 1 Min.	nach 3 Min.	nach 5 Min.	nach 30 Min.
	Bac. Paratyph. B.					
24stündige Schrägagar-kultur	3%ige Pyriciteiweißmischung	++++	++++	+++	+++	+++
	3 „ Pyricitlösung	++++	+++	++	0	0
	Bac. enterit. Gärtner.					
24stündige Schrägagar-kultur	3%ige Pyriciteiweißmischung	++++	++++	++++	+++	+++
	3 „ Pyricitlösung	++++	+++	++	++	0
	Staphylococc. pyog. aur.					
24stündige Schrägagar-kultur	3%ige Pyriciteiweißmischung	++++	++++	+++	+++	+++
	3 „ Pyricitlösung	+++	++	+	0	0
	Bact. coli.					
24stündige Schrägagar-kultur	3%ige Pyriciteiweißmischung	++++	++++	+++	+++	++
	3 „ Pyricitlösung	++++	+++	++	0	0

Die Desinfektionswirkung des Pyricits in diesen eiweißhaltigen Lösungen war hiernach, wie im voraus anzunehmen war, bedeutend geringer als in wässeriger Lösung. Die 3%ige Pyricit-Serummischung stellte eine dicke, milchig-getrübte Flüssigkeit dar, deren Konsistenz nach längerem Stehen sogar gallertig wurde. Dieser Gerinnungsvorgang wird wohl mit durch die saure Reaktion des Pyricits begünstigt. Der gute Nährboden einerseits, den die Bakterien in dem Rinderserum finden, und die innige Umhüllung durch dieses Medium anderseits erklären es, daß die Einwirkung des Desinfektionsmittels auf die Bakterien behindert ist und die keimtötende Wirkung des Mittels nur in abgeschwächtem Maße zur Entfaltung kommen kann.

In einer weiteren Reihe von Versuchen zeigte es sich, daß auch in 5mal schwächeren Eiweißlösungen noch eine erhebliche Verminderung der Desinfektionskraft des Pyricits gegenüber wässerigen Lösungen besteht.

Diese Erscheinung hatte sich auch bereits bei den Versuchen über Wachstumshemmung der Bakterien in verschieden konzentrierten Lösungen gezeigt. In den Bouillon-Röhrchen, die Pyricit in einer Konzentration von 1 : 100 enthielten, also 1%ige Lösungen von Pyricit in Bouillon darstellten, wurden die geprüften Bakterien nicht völlig zerstört. Die Zahl der Kolonien, die auf einer nach 24 Stunden gegossenen Platte aufgegangen waren, war zwar im Vergleich mit den Kontrollplatten bedeutend vermindert, aber die Bakterien waren nicht völlig vernichtet. Während die 1%ige wässerige Lösung auf alle diese Bakterien mit Ausnahme des Milzbranderregers innerhalb 24 Stunden keimtötend wirkte, entfaltete das Pyricit in der gleich konzentrierten Bouillon in derselben Zeit nur eine wachstumshemmende Wirkung. Dasselbe war auch bei der Kresolschwefelsäure der Fall.

Es findet demnach eine Verminderung der bakteriziden Wirkung des Pyricits in eiweißhaltigen Lösungen statt, jedoch nicht in höherem Grade, als dies auch bei

anderen Desinfektionsmitteln der Fall ist. Eine Aufhebung der wirksamen Bestandteile durch Entstehen der chemischen Umsetzungen scheint nicht stattzufinden, vielmehr nur eine mechanische Behinderung, ihre bakterientötende Wirkung voll zu entfalten.

Versuche zur Abtötung von Bakterien im Kote.

a) Bact. coli.

In 3 Kölbchen mit je 30 g Rinderkot wurde 1 ccm einer Aufschwemmung von Bact. coli (24stündige Schrägagarkultur) in destilliertem Wasser gebracht und beides gut vermengt. Zu dem ersten Kölbchen wurden darauf 100 ccm einer 3 %igen Pyricitlösung, zu dem zweiten Kölbchen 100 ccm einer 3 %igen Kresolschwefelsäurelösung und zu dem dritten Kölbchen 100 ccm steriles Wasser gesetzt und gut durchgeschüttelt. Irgend eine zerteilende oder auflösende Wirkung der Pyricitlösungen auf die Kotmassen war nicht festzustellen. Nach bestimmten Zeiten wurden sodann 3 Ösen aus den einzelnen Proben in ein mit 12 ccm flüssigem und auf 44° abgekühltem Lackmusnutrose-Agar nach Drigalski-Conradi gebracht und in Petrischalen ausgegossen.

Desinfektionslösung	sofort	nach 1 Min.	nach 3 Min.	nach 5 Min.	nach 10 Min.	nach 15 Min.	nach 30 Min.	nach 45 Min.	nach 60 Min.
3 %ige Pyricitlösung	++	++	++	++	++	+	+	+	0
3 %ige Kresolschwefelsäurelösung	++	++	++	++	+	+	+	+	0
Kot mit Zusatz von 100 ccm Wasser	+++	—	—	+++	+++	—	+++	—	+++

Die mit den Kotmassen vermengten Kolibakterien wurden demnach sowohl von der 3 %igen Pyricit- wie auch von der 3 %igen Kresolschwefelsäurelösung erst nach 60 Minuten abgetötet. Zu bemerken ist allerdings, daß es sich hierbei um eine ganz enorme Anzahl von Bakterien handelt, da die Aufschwemmung einer ganzen Schrägagarkultur zu dem Versuch verwendet wurde.

b) Milzbrandbazillen.

Je 30 g Schweinekot wurden in 2 Kölbchen gebracht und mit je 1 ccm einer Aufschwemmung von Milzbrandsporen aus einer dreitägigen Schrägagarkultur gut vermengt. Daraufhin erfolgte ein Zusatz von 100 ccm einer 3 %igen Pyricit- oder Kresolschwefelsäurelösung. Nach bestimmten Zeiten wurden 3 Ösen daraus entnommen und mit 12 ccm flüssigem, auf 44° abgekühltem Agar zu Platten gegossen. Das Wachstum der Kolonien wurde nach 48stündigem Aufenthalt im Brutschrank festgestellt.

	Pyricitmischung	Kresolschwefelsäuremischung
5 Minuten	Platte dicht bewachsen mit typischen Milzbrandkolonien	Platte dicht bewachsen mit typischen Milzbrandkolonien
2 Tage	desgl.	desgl.
4 Tage	desgl.	desgl.
7 Tage	Platte mit etwa 100 Milzbrandkolonien bewachsen	Platte mit etwa 300 Milzbrandkolonien bewachsen

Die in dem Kote verteilten Milzbrandkeime waren demnach nach 7 Tage langer Einwirkung des Pyricits und Kresolschwefelsäure noch nicht zerstört, sondern gingen noch, wenn auch in bedeutend verminderter Zahl bei der Aussaat auf Agar auf.

Das Ergebnis dieser Versuche zeigt, daß auch gegenüber Bakterien, die in Kotmassen enthalten sind, die bakterizide Kraft des Pyricits herabgesetzt ist. Da das Pyricit auf den Kot keinerlei lösende Wirkung ausübt, so erklärt sich seine durch den Kot beeinträchtigte Wirkung in gleicher Weise wie bei den eiweißhaltigen Lösungen. Bei der praktischen Desinfektion sind die ermittelten Tatsachen zu berücksichtigen. Zur Erzielung einer ausreichenden Desinfektionswirkung ist bei der Desinfektion von Schlachthöfen, Kühlhallen usw. auf genügend hoch konzentrierte Lösungen und eine möglichst lange Einwirkungsdauer Bedacht zu nehmen.

Versuche über die desodorisierende Wirkung des Pyricits.

a) Versuche mit stinkendem Kote.

Je 30 g Rinder-, Pferde- und Schweinekot wurden in je drei Erlenmeyerkölbchen gebracht und 8 Tage lang bei Brutschranktemperatur stehen gelassen. Nach dieser Zeit war, besonders an dem Schweine- und Rinderkot ein ziemlich starker, übler Geruch bemerkbar. Nunmehr wurden in je 1 Kölbchen der verschiedenen Kotsorten 100 ccm einer 3%igen Pyricitlösung gegeben. Als Vergleichsobjekt diente hier wiederum die Kresolschwefelsäure, die in drei andere Kölbchen gebracht wurde. Die dritte Reihe der Kölbchen wurde mit 100 ccm gewöhnlichen Leitungswassers versetzt. Nach gründlichem Vermischen blieben die Proben bei Zimmertemperatur stehen. Nach 1stündiger sowie nach 1-, 2- und 3tägiger Einwirkung der Pyricitlösung wurde die Geruchsprüfung vorgenommen. Hierbei stellte es sich heraus, daß die mit Pyricitlösung versetzten Proben eine deutliche Abnahme des üblen Geruches gegenüber den mit bloßem Wasser übergossenen Proben zeigten. Ein völliges Verschwinden des üblen Geruches war jedoch selbst nach mehrtägiger Einwirkung in keinem Falle festzustellen. Auch die mit Kresolschwefelsäurelösung versetzten Proben ließen eine Abnahme des üblen Geruchs erkennen. Hier ist aber in Betracht zu ziehen, daß die Kresolschwefelsäure üble Gerüche durch den stark hervortretenden Kresolgeruch zu verdecken vermag.

b) Versuche mit Harn.

In ähnlicher Weise wie mit Kot wurden auch mit Harnproben von mehreren Rindern und Pferden, die durch mehrtägiges Stehen bei Brutschranktemperatur einen

stark stechenden Geruch angenommen hatten, Versuche über die geruchzerstörenden Eigenschaften des Pyricits angestellt. In Reagenzröhrchen, die je 10 ccm der stinkenden Harnproben enthielten, wurden 20 ccm Pyricit- oder Kresolschwefelsäurelösung oder Leitungswasser gegeben. Das Ergebnis war ungefähr dasselbe wie bei den Kotproben. Auch hier bewirkte der Zusatz des Pyricits wohl eine deutlich wahrnehmbare Herabminderung, nicht aber eine völlige Beseitigung des unangenehmen Geruches.

c) Versuche mit faulendem Fleische.

Muskelstückchen, Darm- und Leberteile eines Meerschweinchens wurden in verschiedene Reagenzröhrchen gebracht und 8 Tage lang in den Brutschrank gesetzt. Nach dieser Zeit hatte sich ein starker fauliger Geruch entwickelt. In die Röhrchen wurden nunmehr 15 ccm einer 1-, 2-, 3- und 5%igen Pyricit- oder Kresolschwefelsäurelösung gegeben, zwei weitere Röhrchen bekamen einen Zusatz von 15 ccm gewöhnlichem Leitungswasser, während weitere zwei ohne jeden Zusatz blieben. Geruchsprüfungen erfolgten nach 1 Stunde, 1, 2 und 3 Tagen.

Bereits nach 1 Stunde konnte bei den mit Pyricitlösungen versetzten Proben eine gewisse Verminderung des üblen Geruches wahrgenommen werden, die bei der 5%igen Lösung deutlicher zutage trat als z. B. bei der 1%igen. Es ließen aber auch die lediglich mit Wasser angefüllten Röhrchen bereits eine geringgradige Abnahme des üblen Geruches erkennen. Bei den mit Kresolschwefelsäurelösungen versetzten Proben trat der Kresolgeruch in den Vordergrund.

d) Versuche mit fauliger Echinokokkenflüssigkeit.

Echinokokkenblasen, die 8 Tage lang in einem Glase bei Zimmertemperatur aufbewahrt worden waren, waren geplatzt und das Ganze in eine braune, stark übelriechende, zähflüssige Masse verwandelt. Zu je 5 ccm dieser fauligen Flüssigkeit wurden 20 ccm einer 1-, 2-, 3- und 5%igen Pyricitlösung, sowie 20 ccm einer 2- und 3%igen Karbolsäure- oder Kresolschwefelsäurelösung gebracht. Das Ergebnis der Geruchsproben nach 1 und 24 Stunden war dasselbe wie oben. Bei Karbolsäure war — ebenso wie bei Kresolschwefelsäure — der stinkende Geruch durch den Karbolgeruch verdrängt.

Bei sämtlichen, im Reagenzglase vorgenommenen Untersuchungen trat also gleichmäßig eine deutliche Herabminderung, jedoch keine völlige Beseitigung des üblen Geruches bei den mit Pyricitlösungen übergossenen Proben zutage, selbst wenn das Pyricit in 50%iger Lösung angewandt wurde.

Prüfung auf Giftigkeit.

Nach Angaben der Firma Rosenzweig & Baumann soll das Mittel völlig giftfrei sein. Zur Feststellung, ob dem so ist, spritzte ich Meerschweinchen steigende Mengen Pyricit in Wasser gelöst subkutan und intraperitoneal ein. Die Versuche, das Mittel Meerschweinchen per os mittels eines eigens zu diesem Zwecke hergestellten Magenkatheters zu verabreichen, schlugen sämtlich fehl. Selbst nach Verabreichung kleinster Dosen erfolgte in kürzester Zeit Erbrechen.

Datum	Nr. des Meer-schw.	Gewicht g	Menge der eingespritzten Lösung	
25. 4. 12	Nr. 83	374	1 ccm einer $^1/_2$ %igen Pyricitlösung subkutan	Leichte Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 14 Tagen spontan abheilt. Sonst sind an dem Tier keine Veränderungen festzustellen. 2. 7. 12. Tötung. Kein Befund.
25. 4. 12	Nr. 84	240	desgl.	Leichte Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 14 Tagen spontan abheilt. Das Tier macht sonst einen gesunden Eindruck. 20. 5. Das Tier magert ab und zeigt Krankheitserscheinnngen. 28. 5. †. Starke Abmagerung. Bauchfellentzündung.
25. 4. 12	Nr. 85	190	1 ccm einer 1%igen Pyricitlösung subkutan	Nach einigen Tagen 10-pfennigstückgroße rundliche Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 14 Tagen spontan abheilt. Krankheitserscheinungen sind in den ersten 14 Tagen nicht bemerkbar. 22. 5. †. Lungen- und Brustfellentzündung; ausgedehnte Verwachsung der linken Lunge mit der pleura costalis.
25. 4. 12	Nr. 86	220	desgl.	Nach einigen Tagen 10-pfennigstückgroße rundliche Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 3 Wochen spontan abheilt. Das Tier ist ständig bei gutem Wohlbefinden. 2. 7. 12. Getötet. Kein Befund.
25. 4. 12	Nr. 87 und Nr. 88	392 / 270	je 1 ccm einer 2%igen Pyricitlösung subkutan	Nach einigen Tagen bei beiden Tieren markstückgroße Hautnekrose an der Impfstelle, die nach etwa 3 Wochen spontan abheilen. Sonst sind bei den Tieren keine Krankheitserscheinungen wahrnehmbar. 2. 7. 12. Tötung: Beide Tiere erweisen sich bei der Zerlegung als völlig gesund.
25. 4. 12	Nr. 89	320	1 ccm einer 5%igen Pyricitlösung subkutan	Außer einer etwa markstückgroßen Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 3 Wochen spontan abheilt, sind an dem Tier keinerlei Krankheitserscheinungen wahrzunehmen. 2. 7. 12. Tötung. Das Tier ist völlig gesund.
25. 4. 12	Nr. 82	232	1 ccm einer 10%igen Pyricitlösung	5-markstückgroße Hautnekrose, die nicht völlig abheilt. Sonst keinerlei Störungen im Allgemeinbefinden. 2. 7. 12. Tötung. Das Tier zeigt keinerlei krankhafte Veränderungen.
25. 4. 12	Nr. 90	290	1 ccm einer 5%igen Pyricitlösung subkutan	Nach einigen Tagen entsteht eine gut markstückgroße Hautnekrose an der Impfstelle, die nach 14 Tagen infolge brandiger Entzündung der Bauchhaut und des Bauchfells mit Darmvorfall zum Tode führt.
25. 4. 12	Nr. 290	237	1 ccm einer 10%igen Pyricitlösung subkutan	Nach einigen Tagen talergroße Hautnekrose an der Impfstelle. Das Tier frißt schlecht und magert ab. 15. 5. 12. †. Magen- und Darmentzündnng. Punktförmige Blutungen unter der Pleura.
6. 5. 12	Nr. 210	235	2 ccm einer 10%igen Pyricitlösung subkutan	Nach wenigen Tagen entwickelt sich eine etwa talergroße Hautnekrose an der Impfstelle. Das Tier magert jedoch sichtlich ab. Gewicht am 20. 5. nur noch 160 g. 21. 5. 12. †. Magen- und Darmentzündung.
6. 5. 12	Nr. 209	226	5 ccm einer 10%igen Pyricitlösung subkutan	Das Tier wurde sofort nach der Injektion unruhig, begann zu schreien, atmete rasch, fiel nach 1 Minute plötzlich zusammen und war nach wenigen Zuckungen tot.

Datum	Nr. des Meer-schw.	Ge-wicht g	Menge der eingespritzten Lösung	
20. 6. 12	Nr. 235	230	5 ccm einer 10 %igen Pyricitlösung subkutan	Das Tier wurde sofort nach der Injektion leicht unruhig, wimmerte, zeigte stark vermehrte und angestrengte Atmung und legte sich nach einigen Minuten völlig apathisch nieder. Tod nach 3 Stunden.
20. 6. 12	Nr. 236	340	desgl.	Befund wie bei Nr. 235. Tod nach 5 Stunden.
20. 6. 12	Nr. 223	290	desgl.	Befund wie bei Nr. 235. Tod nach 24 Stunden.
20. 6. 12	Nr. 224 und Nr. 225	260 310	je 5 ccm einer 10 %igen Pyricitlösung intraperitoneal	Befund wie bei Nr. 235. Tod bei beiden Tieren nach 1 Stunde.
20. 6. 12	Nr. 220	360	10 ccm einer 10 %igen Pyricitlösung	Befund wie bei Nr. 235. Tod nach 1 Stunde.
20. 6. 12	Nr. 222	360	20 ccm einer 10 %igen Pyricitlösung	Befund wie bei Nr. 235. Tod nach 15 Minuten.

Die Einspritzungen waren bei sämtlichen Meerschweinchen mehr oder weniger schmerzhaft. Auch bei solchen Dosen Pyricit, die nicht unmittelbar zum Tode führten, wurden die Tiere unruhig und schrien, beruhigten sich jedoch nach $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde wieder völlig. Das Mittel entfaltet ätzende Wirkungen auf tierisches Gewebe; denn bei sämtlichen Tieren, die nicht innerhalb 24 Stunden starben, zeigten sich starke Hautnekrosen. Je größer die Dosis war, desto ausgedehnter wurden die Nekrosen. In einem Fall (Meerschw. Nr. 90) führte die Hautnekrose zu einer Perforation der Bauchdecken und Vorfall des Darmes durch die Bauchwandwunde.

Was nun die Frage der Giftigkeit des Präparates anbelangt, so ist aus den Versuchen folgendes zu entnehmen: Von den Meerschweinchen, denen je 1 ccm $^1/_2$-, 1- und 2 %iger Pyricitlösung eingespritzt worden war, gingen zwei vorzeitig ein. Nr. 84, das 1 ccm einer $^1/_2$ %igen Pyricitlösung subkutan erhalten hatte, starb nach 33 Tagen. Bei der Zerlegung zeigte es starke Abmagerung und Bauchfellentzündung. Nr. 85, das 1 ccm einer 1 %igen Lösung subkutan erhalten hatte, ging nach 27 Tagen an Lungen-Brustfellentzündung zugrunde. Ob der Tod dieser Tiere als eine Folge der Pyricit-Injektion anzusehen ist, läßt sich mit Sicherheit nicht entscheiden. Die Tatsache, daß die übrigen Meerschweinchen, die zum Teil noch viel höhere Dosen erhalten hatten, diese ohne beträchtliche Störung ihres Allgemeinbefindens ertragen konnten, läßt darauf schließen, daß es sich in den beiden Fällen nicht um eine toxische Wirkung des Pyricits gehandelt hat. Selbst je eines der beiden, mit 1 ccm einer 5- und 10 %igen Pyricitlösung gespritzten Meerschweinchen hat diese hohe Dosis vertragen und zeigte bei der Tötung nach 10 Wochen keinerlei Krankheitserscheinungen.

Die Grenze der Toxizität scheint für das Meerschweinchen bei 1 ccm einer 10 %igen Lösung, d. h. bei 0,1 g Pyricit subkutan einverleibt, zu liegen. Während das eine Meerschweinchen Nr. 82 diese Dosis ohne Schädigung vertrug, zeigte das

andere (Nr. 290) nach der Injektion erhebliche Störungen seines Allgemeinbefindens verbunden mit Abmagerung. Der Tod trat nach 20 Tagen ein. Bei der Zerlegung zeigte das Tier eine starke Magen- und Darmentzündung. Es ist wohl anzunehmen, daß die kurz nach der Injektion auftretenden Krankheitserscheinungen, die ohne Unterbrechung bestehen blieben und nach 20 Tagen zum Tode führten, eine Folge der Pyriciteinspritzung gewesen sind, zumal da Meerschw. Nr. 210, das 2 ccm einer 10 %igen Pyricitlösung erhalten hatte, unter denselben Erscheinungen nach 15 Tagen starb und alle übrigen Versuchstiere, die höhere Dosen Pyricit teils subkutan, teils intraperitoneal erhalten hatten, innerhalb spätestens 24 Stunden zugrunde gingen.

Aus den Versuchen geht hervor, daß erst eine Dosis von 0,5 g Pyricit bei subkutaner Einverleibung imstande ist, ein Meerschweinchen mittlerer Größe innerhalb 24 Stunden zu töten. Auf das Kilogramm Körpergewicht für Pferde, Rinder, Schweine usw. berechnet, würde — unter der Voraussetzung gleicher Giftigkeit des Pyricits für die genannten Tierarten — die tödliche Dosis allerdings so hoch sein, daß sie von den Tieren zufällig wohl kaum aufgenommen werden dürfte. Bei den größeren Haustieren käme in erster Linie die Aufnahme in den Magen und Darmkanal durch Trinken von Pyricitlösungen, durch Ablecken von Wänden, Krippen und sonstigen mit Pyricitlösungen desinfizierten Gegenständen, auf denen sich das Pyricit nach dem Abtrocknen des Wassers in Pulverform befindet, in Betracht.

Die Wirkung des Pyricits auf den Magen und Darmkanal konnte, wie bereits erwähnt, an Meerschweinchen nicht näher geprüft werden, da jede Einverleibung per os ein sofortiges Erbrechen zur Folge hatte. Pferde, denen verschieden konzentrierte Pyricitlösungen in einem Tränkeimer vorgehalten wurden, verweigerten die Aufnahme, obwohl sich die Lösungen in Farbe und Aussehen kaum von gewöhnlichem Trinkwasser unterschieden. Rinder nahmen zum Teil von den Lösungen auf, jedoch nur geringe Mengen. Indessen ist es nicht ausgeschlossen, daß diese Tiere unter besonderen Bedingungen, so nach längerem Dursten, so viel von dem Mittel zu sich nehmen, daß Schädigungen der Gesundheit entstehen können. Bei Aufbewahrung der Pyricitlösung ist deshalb Vorsicht geboten, und nach Beendigung der Desinfektion dürfte eine Nachspülung mit Wasser zur Entfernung des den Wänden und Gegenständen anhaftenden Pulvers angebracht sein. Dies ist besonders bei Desinfektion von Kühlräumen, Schlachthallen usw. erforderlich. Denn abgesehen davon, daß das Pyricit nicht indifferent ist, ist eine Berührung von Pyricit mit menschlichen Nahrungs- und Genußmitteln auch aus dem Grunde zu vermeiden, weil der Gehalt des Pyricits an Bor- und Fluorwasserstoffverbindungen bei etwaigen chemischen Untersuchungen von Hackfleisch, Würsten usw. aus Fleisch, das mit Pyricit in Berührung kam, den Verdacht der Konservierung mit verbotenen Präservesalzen erwecken könnte.

Wirkung der Pyricitlösungen auf einige Stoffe, mit denen sie bei der praktischen Desinfektion hauptsächlich in Berührung kommen.

Messing: Verschiedene, 2 cm lange und ½ cm im Durchmesser haltende rundliche Messingstückchen sind in 2- und 3%ige Lösungen eingelegt worden. Während der ersten 8 Tage war keinerlei Veränderung zu bemerken, später stellte

sich eine leichte Blaufärbung der Flüssigkeiten ein, und es kam zu Kristallablagerungen auf den Messingstückchen. Die Beobachtungsdauer umfaßte 9 Wochen.

Kupfer: Dünne Kupferblechstückchen von etwa 1 ccm Größe werden 8 Wochen lang der Einwirkung einer 2- und 3%igen Pyricitlösung ausgesetzt. Nach etwa 8 Tagen bildet sich auf den Blechstückchen ein bläulicher, pulverförmiger Niederschlag von Kupfersulfat; auch die Flüssigkeit nimmt leichte Blaufärbung an.

Zink: Kleine Zinkstückchen werden in 2- und 3%ige Pyricitlösungen eingelegt. Während der ersten 5—6 Tage war an den Metallstückchen keine Veränderung wahrzunehmen. Allmählich bildete sich auf ihnen ein weißer, pulverförmiger Niederschlag, der sich später auch am Boden des Röhrchens ansammelte. Die Lösungen trübten sich auch in geringem Grade.

Eisen: Eiserne Nägel verschiedener Größe wurden in 2-, 3-, 5- und 10%ige Lösungen von Pyricit eingelegt. Die Nägel zeigten selbst nach 10wöchigem Aufenthalt in diesen Lösungen keinerlei Veränderungen. Ihre Oberfläche blieb blank und ließ lediglich Auflagerung von langen nadelförmigen Kristallen erkennen. Oberhalb der Nägel bildete sich am Reagenzglas ein rostbrauner Niederschlag.

Eine vernickelte Pinzette und 1 Messer, die in die gleichen Lösungen eingelegt wurden, ließen weder an den vernickelten, noch an den übrigen Teilen irgend eine Veränderung erkennen. Die Dauer der Beobachtung erstreckte sich auf 8 Wochen.

Gummi: Stückchen verschiedener Gummischläuche wurden in 2- und 3%ige Lösungen sowie zur Kontrolle in gewöhnliches Leitungswasser eingelegt. Selbst nach 8wöchigem Aufenthalt in den Pyricitlösungen hatten die Stückchen weder an ihrer Oberfläche noch in ihrer Elastizität irgend welche Veränderungen erfahren. Die in Wasser befindlichen Stückchen waren brüchig und an der Oberfläche schmierig geworden.

Ebenso erlitten Lederstückchen durch 8wöchigen Aufenthalt in 2- und 3%igen Lösungen keinerlei nachweisbare Veränderungen.

Materialien, wie sie bei der praktischen Desinfektion mit den Desinfektionsmitteln hauptsächlich in Berührung kommen, werden demnach durch die gebräuchlichen Pyricitlösungen nicht in nennenswertem Maße angegriffen und beschädigt.

Nach den vorstehend mitgeteilten Untersuchungen ist das von der Firma Rosenzweig & Baumann in Cassel hergestellte Pyricit (D. R. P. Nr. 216312) ein wirksames Desinfektionsmittel, das gegenüber den geprüften Bakterien in den angewandten Konzentrationen ungefähr dieselbe keimtötende Kraft entwickelt wie Kresolschwefelsäure. Gegenüber Milzbrandsporen war eine leichte Überlegenheit des Pyricits sowohl im Vergleich mit der Kresolschwefelsäure, wie auch mit der Karbolsäure festzustellen. Das Mittel ist fast geruchlos. Seine desodorisierende Wirkung ist unvollständig; es vermag üblen Geruch wohl zu vermindern, nicht aber völlig zu zerstören. Pyricit ist in großen Dosen zwar nicht ungiftig; seine Giftigkeit ist jedoch so gering, daß sie sich für praktische Verhältnisse bei einiger Vorsicht ausschalten läßt. Es eignet sich wegen seiner fast völligen Geruchlosigkeit und seiner geringen Giftigkeit zur

Desinfektion von Schlachthallen, Kühlräumen usw., in denen riechende und giftige Desinfektionsmittel aus naheliegenden Gründen nicht zur Verwendung gelangen dürfen. Im allgemeinen empfiehlt sich die Anwendung des Pyricits in 3%iger Lösung. Zur Zerstörung von sehr resistenten Keimen, wie Tuberkelbazillen und Milzbrandsporen, sind jedoch 5%ige Lösungen bei mindestens 24 stündiger Einwirkungsdauer nötig. Nach beendeter Desinfektion ist ein gründliches Nachspülen mit frischem Wasser notwendig. Zu beachten ist, daß das Pyricit mit Fleisch wegen seines Gehalts an Bor- und Fluorwasserstoffverbindungen nicht in Berührung kommen darf. Denn die Borsäure und deren Salze sowie Fluorwasserstoff und dessen Salze gehören zu den Stoffen, deren Anwendung bei Fleisch verboten ist (vergl. Bekanntmachung des Reichskanzlers, betr. gesundheitsschädliche und täuschende Zusätze zu Fleisch und dessen Zubereitungen vom $\frac{\text{18. Febr. 1902}}{\text{4. Juli 1908}}$). Weiter ist zu beachten, daß Pyricit, von dem 1 kg 2,50 Mark kostet, erheblich teurer als Kresolschwefelsäure ist, von der sich 1 Liter auf etwa 80 Pfennige stellt. Endlich ist das Pyricit ein durch Patent geschütztes Mittel, für das eine immer gleichmäßige Zusammensetzung nicht gewährleistet ist.

Die Abtötung von Milzbrandsporen an Häuten und Fellen durch Salzsäure-Kochsalzlösungen.

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Die gewerbliche Verarbeitung der Häute, Felle, Haare und Borsten an Milzbrand eingegangener Tiere bildet, wie die Statistiken zeigen, eine Hauptinfektionsquelle für die Erkrankung des Menschen an Milzbrand und durch die Betriebsabwässer auch einen Weg für die Weiterverbreitung der Seuche unter den Tieren[1]. Während für die Desinfektion milzbrandverdächtiger Borsten und Roßhaare in der Dampfbehandlung und im Kochen befriedigende Verfahren zu Gebote stehen, war lange Zeit das Bemühen, Häute und Felle von Milzbrandtieren der Infektionsfähigkeit zu berauben ohne die technische Verwertbarkeit zu stören erfolglos geblieben.

Natürlich ist die Vernichtung des Milzbrandvirus in den Fellen keine Unmöglichkeit und zahlreiche Autoren haben Mittel und Wege dafür gezeigt: die Behandlung mit Lösungen von Fluorwasserstoff (Gorini)[2], Formaldehyd (Xylander[3], Mögle[4]), Sublimat (von Esmarch[5], Xylander[3]), Phenolen (Xylander)[3], Senföl (Becker)[6], mit Formaldehydwasserdämpfen von 70° (von Esmarch)[5], den Dämpfen aus Lösungen von Ameisen- und Essigsäure, Formaldehyd, Rohkresol (Xylander)[3], die Auskeimung von Milzbrandsporen bei 43—44° mit folgender Kalkdesinfektion (Brekle)[7] usw.

[1] Die auf Grund des Bundesratsbeschlusses vom 8. Juli 1909 errichtete Statistik über Milzbrandfälle unter Menschen (Medizinalstatistische Mitteilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte Bd. 14, S. 207 (1912) und Bd. 16, S. 121 (1912) ergibt, daß im Jahre 1910 von insgesamt 287 in ärztliche Behandlung gekommenen Erkrankungen an Milzbrand 117 mit 21 Todesfällen, im Jahre 1911 von 276 Fällen 86 mit 14 Todesfällen auf den Transport, die Lagerung und Verarbeitung von Fellen zurückzuführen sind.

[2] Gorini, C., Giornale della Reale Società Italiana d'Igiene, 13. März 1897.

[3] Xylander, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. 25, S. 457 (1907).

[4] Mögle, E., Zentralblatt für Bakteriologie, Abt. I, Originale, Bd. 66, 442 (1912).

[5] von Esmarch, Hygienische Rundschau, Bd. 12, 961 (1902) und Festschrift zum 60. Geburtstag Robert Kochs, Jena 1903.

[6] Becker, Kollegium, Beilage des „Ledermarkt" 1911, Nr. 461, zit. nach Holtzmann, Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentl. Gesundheitspflege Bd. 44, 435 (1912).

[7] Brekle, Zentralblatt für Bakteriologie I. Abt., Originale, Bd. 50, 101 (1909).

Diese Ergebnisse vor Laboratoriumsversuchen sind aber nie in größerem Maßstab praktisch erprobt worden; der hohe Preis der Verfahren, die Schwierigkeit ihrer sachgemäßen Anwendung, die Giftigkeit der Mittel, namentlich aber ihr nachteiliger Einfluß auf die technische Verarbeitbarkeit der Häute und Felle schlossen meist von Anfang an ihre Verwendung aus.

Von den verschiedenen Gewebsschichten, aus denen die tierische Haut aufgebaut ist, kommt für die Lederfabrikation hauptsächlich die eigentliche „Cutis" mit ihrem reichen Gehalt an elastischen Fasern und Bindegewebszellen in Betracht. Diese „Lederhaut" ist entsprechend ihrem histologischen Aufbau empfindlich sowohl gegen Temperaturen über 40° (Kohnstein)[1]), als gegen ganze chemische Körperklassen, wie Aldehyde, Phenole, Schwermetallsalze, Säuren und starke Basen; also gerade gegen die stärksten keimtötenden Mittel. Mit diesen Stoffen treten die Bestandteile der Haut in eine mehr oder weniger feste chemische Bindung und erfahren durch sie zum Teil auch eine in Quellung sich äußernde chemische und physikalische Änderung. Durch diese Vorgänge wird aber die Haut meist in ihrer Gerbfähigkeit nachteilig beeinflußt.

Es lag sehr nahe, die Desinfektion der Häute und Felle mit einem Stoffe zu versuchen, der an sich bei der Lederbereitung Verwendung findet, nämlich dem Calciumhydroxyd, das in verschieden starker Suspension den gewöhnlichen und mit Natriumsulfid zusammen den sogenannten angeschärften Äscher bildet. Mehrfach wiederholte Versuche haben nun gezeigt, daß durch verschieden zusammengesetzte Äscher, auch durch einen solchen mit 2% Calciumoxyd und 1% Natriumsulfid, Milzbrandsporen an Seidenfäden nicht sicher in 40 Tagen abgetötet werden[2]), daß also durch diese Behandlung in einer praktisch anwendbaren Zeit keine Desinfektion von Milzbrandfellen zu erreichen ist.

Im Mai 1911 berichtete nun Schattenfroh in einer vorläufigen Mitteilung[3]), daß die Vernichtung der Milzbrandsporen an Häuten und Fellen durch die sogenannte Pickelflüssigkeit bei Einhaltung bestimmter Konzentrationen und Temperaturen gelinge. Diese Lösung, die namentlich in französischen Gerbereien seit längerer Zeit zur Konservierung von Häuten dient, wird nach Jettmars Monographie über „Moderne Gerbmethoden"[4]) gewöhnlich aus 2 kg Salzsäure, 10 kg Kochsalz und 150 l Wasser angesetzt; sie enthält demnach etwa 7,5% Kochsalz und 0,4% Salzsäure.

Nach Schattenfroh sind zur Desinfektion der Felle höhere Konzentrationen an Säure und Salz erforderlich; er fand resistente Milzbrandsporen an Seidenfäden und Fellen durch eine 2% Salzsäure und 8—32% Kochsalz enthaltende Lösung bei 20—22° in weniger als 24 Stunden und durch eine 1%ige Salzsäure mit 8% Kochsalz bei 40° in 2—3 Stunden abgetötet. Schattenfroh empfahl daher für die Behandlung von Ziegen-

---

[1]) Kohnstein, B., Kollegium, Beilage des „Ledermarkt" 1911.

[2]) Siehe Gutachten des Reichsgesundheitsrats über das Auftreten des Milzbrands unter dem Rindvieh im Schmeiegebiet; Berichterstatter Gärtner und Dammann. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte Bd. 25, 416 (1907).

[3]) Schattenfroh, A., Wiener klinische Wochenschrift 1911, S. 735.

[4]) Wien und Leipzig, Hartlebens Verlag 1913.

und Lammfellen eine 6stündige Behandlung mit 1%iger Salzsäure bei 40° oder eine zweitägige mit 2%iger Salzsäure bei 20° je unter Zusatz von 10% Kochsalz; er gibt aber ersterer aus praktischen Gründen den Vorzug. Die Gerbfähigkeit der so behandelten Häute werde nicht beeinträchtigt, was der an der Ausarbeitung des Verfahrens beteiligte Professor Kohnstein in einer ledertechnischen Abhandlung bestätigt[1]).

Etwa zu gleicher Zeit wurde in einer Broschüre für die Desinfektion milzbrandverdächtiger Häute und Felle als „Seymour-Jones Anthrax Sterilization Method"[2]) eine 24stündige Behandlung mit einer 0,02% Sublimat und 1% Ameisensäure enthaltenden Lösung empfohlen.

Auf Veranlassung des damaligen Direktors der bakteriologischen Abteilung, Herrn Geheimen Regierungsrats Prof. Dr. Uhlenhuth, wurden von mir alsbald Versuche nach beiden Richtungen aufgenommen. Vor kurzem, als die hier angestellten Versuche schon zum Abschluß gekommen waren, erschien dann die ausführliche Arbeit von V. Gegenbauer und H. Reichel über die „Desinfektion milzbrandiger Häute und Felle in Salzsäure-Kochsalzgemischen"[3]). Da es sich bei der Durchführung des Verfahrens in größerem Maßstab schwierig erwies, die erforderliche Temperatur und Salzsäurekonzentration innezuhalten, empfahlen die Verfasser, abweichend von der vorläufigen Veröffentlichung, die Einwirkungszeit nicht festzulegen, sondern aus der niedersten während der Behandlung beobachteten Temperatur und dem Endgehalt an freier Salzsäure vermittelst zweier Formeln zu berechnen. Im übrigen wird auf die Arbeit bei der Besprechung der Methodik und der Ergebnisse der vorliegenden Versuche eingegangen werden.

Im Jahre 1912 erschienen zwei kürzere Arbeiten, die sich mit dem Pickelungsverfahren und der Seymour-Jones Sterilization Method beschäftigten: in 7 Versuchen von Mögle[4]) waren Milzbrandsporen in Rinderhäuten durch eine 44—48 Stunden währende Einwirkung 2%iger Salzsäure mit einem Zusatz von 10% Kochsalz bei 20—23° sechsmal abgetötet, einmal bei 44stündiger Einwirkung nicht; bei niederen Temperaturen waren die Erfolge weniger günstig; 1%ige Salzsäure mit 8% Kochsalz tötete bei 37° die Milzbrandsporen bei 6stündiger Einwirkung in den beiden unternommenen Versuchen ab. Auch Seymour-Jones Angaben fand Mögle bestätigt. Schnürer und Sevcik[5]) stellten fest, daß bei der nach Schattenfroh vorgenommenen Pickelung von Rinderhäuten bei 20° Milzbrandsporen selbst nach 72stündiger Einwirkung in 4 von 11 Proben entwicklungsfähig waren und daß die Sublimat-Ameisensäurebehandlung nach Seymour-Jones sich als unzureichend erweist, wenn die Fellstückchen zur Ausfällung des gebundenen Quecksilberchlorids mit Natriumsulfidlösung behandelt werden. Eine zehnmal stärkere Sublimatkonzentration (0,2% Sublimat und 1% Ameisensäure) genügte dagegen nach ihren Ergebnissen zur Desinfektion, sofern die Felle nicht zu fett waren.

---

[1]) Kohnstein, B., Kollegium, Beilage des „Ledermarkt" 1911.

[2]) Printed by Bradbury, Agnew & Co., Ltd. December 1910.

[3]) Archiv f. Hygiene, Bd. 78, 1 (1913).

[4]) Mögle, E., Zentralbl. f. Bakt., Orig., I. Abt. Bd. 66, 442 (1912).

[5]) Schnürer, I. und Sevcik, F., Tierärztl. Zentralblatt 1912, Nr. 36; s. übrigens den Nachtrag zu der vorliegenden Arbeit.

Maaß[1]) fand in Häuten von Meerschweinchen und Rindern, die dem Rauschbrand erlegen waren, die Sporen durch 0,1%ige Sublimatlösung nicht in 3 Wochen, durch 2%ige Salzsäure mit 10% Kochsalzzusatz aber bei gewöhnlicher Temperatur in 24 Stunden abgetötet.

Die chemischen Beziehungen zwischen den Hautsubstanzen und der Salzsäure.

Die die Hautsubstanz bildenden eiweißartigen Körper sind amphoterer Natur, sie vermögen Basen und Säuren zu binden; infolge ihres schwach basischen Charakters vereinigen sie sich aber nicht mit einer immer gleich bleibenden absoluten Menge von Säure, wie dies z. B. der Kalk tut, der zugefügte Säure neutralisiert, solange noch Hydroxylionen vorhanden sind; die Hautsubstanzen binden vielmehr Säure in einem Verhältnis, das bei gleicher Fellmenge mit der Konzentration der Säure wechselt, das also bestimmt wird durch das Massenwirkungsgesetz. Aus einer stärkeren Salzsäure wird daher in absoluter Menge mehr gebunden, als aus einer schwächeren[2]).

Tabelle 1. Versuche über die Bindung der Salzsäure durch völlig trockene Haare

Fellart	Verwendet wurde in völlig trockenem Zustande	und zwar g	zugegeben wurden von N—HCl ccm	bei der Titration von 10 ccm über dem Fell stehender Flüssigkeit wurden an N—NaOH verbraucht: 10 Minuten nach Zusatz ccm	24 Stunden der Salzsäure ccm	bei der Titration der ganzen Flüssigkeitsmenge werden verbraucht an N—NaOH bei dem ersten Zusatz ccm
Ziegenfell	Fell mit Haaren	3,42	50	—	9,5	46,0
	„ „ „	4,53	50	—	9,5	46,0
	„ ohne Haare	2,86	50	—	9,7	47,3
	Haare allein	5,12	50	—	9,7	48,3
Schaffell	Fell mit Wolle	4,67	50	9,5	8,6	43,7
	„ „ „	4,74	50	9,3	9,1	45,8
	„ ohne „	3,12	35	9,2	9,1	33,1
	„ „ „	2,39	30	9,2	9,2	27,1
	Wolle allein	3,32	50	9,4	9,4	48,3
	„ „	3,91	50	9,4	9,2	46,7
Rinderhaut	Fell mit Haaren	3,55	40	9,6	9,3	36,3
	„ „ „	3,03	30	9,5	9,1	26,8
	„ ohne Haare	4,85	50	9,7	9,2	46,8
	„ „ „	5,93	60	9,8	9,3	53,0
	Haare allein	2,41	50	9,6	9,5	48,1
	„ „	1,8	40	9,6	9,5	38,6

[1]) Maaß, C., Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 44, 157 (1913).

[2]) Dies zeigen die Versuche von Stiaßny (Gerber 35, 183 [1909]) mit verschieden starken Lösungen von Schwefelsäure und Hautpulver; aus einer N-Schwefelsäure werden von 100 g Hautpulver 4,92 g, aus einer $N/_{10}$-Lösung 3,96 g, aus einer $N/_{40}$-Lösung 2,78 g Schwefelsäure gebunden.

Die Bindung ist ferner eine lockere, sie geht zurück, wenn das Gleichgewicht durch Zugabe von Alkali oder Wasser verschoben wird. Die Reversibilität gegenüber Wasser ist nach einem Versuch von Gegenbauer und Reichel (s. o.) allerdings gering.

An der Haut finden sich aber auch basische Stoffe, die durch Fäulnis der Hautsubstanzen entstanden sind oder aus dem Schweiße[1]) oder dem anhaftenden Schmutz herrühren, und Salze schwacher Säuren, wie fettsaure Alkalien, Calciumcarbonat usw., die eine stärkere Säure ihrer Lösung teils durch Bindung, teils durch Umsetzung entziehen.

Schließlich ist a priori auch anzunehmen, daß durch die Salzsäure eine langsame hydrolytische Spaltung der leimartigen Hautsubstanz eingeleitet wird, durch die Amidosäuren, also wieder säurebindende Stoffe, entstehen.

Aus diesen Überlegungen kann man ableiten, daß eine selbst über völlig trockenen Fellstücken stehende Salzsäure eine Abnahme ihrer Konzentration erfahren muß.

Haut- und Fellstücke in rasiertem und unrasiertem Zustande sowie durch bzw. Wolle.

hierzu kommen im Laufe von 2 weiteren Stunden ccm	Zusammen wurden verbraucht an N—NaOH ccm	Verschwunden waren demnach von der N—HCl ccm	= % des angewandten Säurevolumens	Auf 100 g Trockensubstanz betrug der Verlust an Säure in absoluter Menge g HCl	Dem entspricht eine Menge von N—Salzsäure ccm
2,2	48,2	1,8	3,6	1,9	53
2,1	48,1	1,9	3,8	1,5	42
0,9	48,2	1,8	3,6	2,3	23
1,3	49,6	0,4	0,8	0,28	8
2,2	45,9	4,1	8,2	3,2	87
1,9	47,7	2,3	4,6	1,8	48
0,9	34,0	1,0	2,8	1,2	32
1,1	28,2	1,8	6,3	2,9	79
1,0	49,3	0,7	1,4	0,77	21
2,3	49,0	1,0	2,0	0,93	25
1,6	37,9	2,1	5,3	2,1	59
1,1	27,9	2,1	7,0	2,5	69
2,4	49,2	0,8	1,6	0,6	16
2,7	55,7	4,3	7,1	2,6	72
0,5	48,6	1,4	2,8	2,1	56
0,4	39,0	1,0	2,5	2,0	55

[1]) Eine Analyse des Wollschweines gibt Buissine (Compt. rend. 103, 66 und 125, 77); nach diesem Autor sind darin anorganische Salze, darunter Phosphate und Carbonate, organische Säuren und Basen vorhanden.

Dies ist in der Tat der Fall, wie die in Tabelle 1 dargestellten Versuche zeigen, die mit scharf im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd getrockneten Haut- und Fellstücken vom Rind, Schaf und der Ziege und den Fellbestandteilen — dem rasierten Fellstück und den Haaren bezw. der Wolle — angestellt sind. Entnimmt man dem Pulverglase, in dem sich Fellstück und Säure befinden, 10 Minuten nach dem Zusammenbringen 10 ccm der überstehenden Flüssigkeit und titriert deren Säuregehalt nach Zusatz von Phenolphthaleïn als Indikator mit Normal-Natronlauge, so wird eine um 2—8% geringere Konzentration an Säure gefunden als ursprünglich vorhanden war. Die Hautsubstanz und die ihr anhaftenden Stoffe haben also in dieser kurzen Zeit der Lösung nicht unerhebliche Mengen von Säure entzogen. Entnimmt man der Flasche nach 24stündigem Stehen der Säure über dem Fellstück nochmals 10 ccm zur Titration, so findet man den Säuregehalt in den meisten Fällen noch weiter vermindert, der Konzentrationsrückgang beträgt, auf den ursprünglichen Säuregehalt bezogen, nunmehr 3—14%. Die Säurebindung hat also weitere Fortschritte gemacht und dies beruht wohl vorwiegend darauf, daß in der Zwischenzeit Säure in die Hautsubstanz hineindiffundierte und dort gebunden wurde.

Um gleiche Verhältnisse zu schaffen, wurde je etwa das 10fache des verwendeten Fellgewichts an Säure zugegeben, soweit nicht zu einer gleichmäßigen Bedeckung, wie bei den Haaren und der Wolle ihres großen Volumens wegen, die Zufügung größerer Flüssigkeitsmengen nötig war. Die Ergebnisse stimmen auch bei den gleichen Fellarten nicht völlig unter einander überein und die Unterschiede sind nach 24 Stunden zum Teil noch größer geworden. Dies ist wohl auf wechselnde Zusammensetzung und Verschmutzung auch nah zusammenliegender Fellpartien zurückzuführen.

Titriert man nun den Säuregehalt des ganzen Flascheninhalts, also von Flüssigkeit und Fell, mit Phenolphthaleïn als Indikator, so beobachtet man, daß die bei Alkaliüberschuß eintretende Rötung wieder zurückgeht und erst durch einen neuen Alkalizusatz wieder hervorgerufen wird; dieser beträgt bei der ersten Zugabe ½—1 ccm Normal-Natronlauge, wird dann immer kleiner und ist von der fünften Nachgabe ab nur noch von Tropfengröße.

Diese Erscheinungen kann man sich durch die Annahme einer salzartigen Bindung eines Teiles der Säure durch die Fellsubstanz und der Hineindiffundierung eines anderen Teiles der Säure in das Innere des Fellstücks erklären; vermutlich gehen beide Vorgänge Hand in Hand. Der salzartig gebundene Teil der Säure wird, wie dies bei Salzen schwacher Basen natürlich ist, zum Teil wieder abgespalten, wenn die Säurekonzentration in der Flüssigkeit zurückgeht; der in die tieferen Schichten des Fells eingedrungene Teil der Säure aber diffundiert wieder heraus, wenn sich in der Außenflüssigkeit keine freie Säure mehr oder gar ein Alkaliüberschuß befindet, bis wieder ein Gleichgewicht zwischen der Außen- und Innenkonzentration erreicht ist. Eine gewisse Menge Alkali wird aber auch an sich durch Bestandteile des Felles endgiltig gebunden. Stets ist daher die Säuremenge, die im Fell und in der überstehenden Flüssigkeit nach zweistündiger Dauer der Titration als Gesamtresultat gefunden wird, größer als man sie aus der Titration der nach 24 Stunden entnommenen 10 ccm der überstehenden Flüssigkeit allein errechnet hätte, indem eben

die Hautsubstanz aufgenommene Säure wieder abgibt. Dabei büßt vermutlich diese aufgenommene Säuremenge durch die Absorption und lockere Bindung ihre keimtötende Wirkung nicht ein.

Nie aber wird die Gesamtmenge der zugesetzten Säure bei der Titration wieder gefunden, immer ist ein Teil der Säure endgültig verschwunden und dieser nicht mehr nachweisbare Teil der Säure entspricht bei den Versuchen der Tabelle 1 0,8 bis 8,2% des angewandten Säure-Volumens. Er ist von der Fellsubstanz bezw. den Haaren und den anhaftenden Stoffen festgebunden und durch diese Bindung jedenfalls für die Desinfektion unwirksam geworden. Rechnet man die so gefundenen Werte auf die verwendeten Mengen Hauttrockensubstanz um, so findet man, daß von den Fellen mit und ohne Haare bezw. Wolle durchschnittlich 2,2% Chlorwasserstoff der Lösung endgültig entzogen sind, von den Ziegenhaaren und der Schafwolle etwas weniger, während die ziemlich verschmutzten Rinderhaare ein stärkeres Säurebindungsvermögen hatten. Die Werte schwanken auch bei den gleichen Fellproben ganz erheblich, es betragen z. B. die bei den rasierten Rinderhautstücken gefundenen in einem Fall 0,6, im anderen 2,6%.

Die unter den hier eingehaltenen Bedingungen — d. h. einem Zusatz an Normalsalzsäurelösung gleich etwa dem 10fachen des Trockengewichts der Fellsubstanz — aus der Lösung endgiltig verschwundene Menge Salzsäure entspricht demnach etwa 2.2% des Trockengewichts der Häute. Um eine diesem Betrag entsprechende Menge Salzsäure hätte man daher den Säuregehalt der Pickelflüssigkeit von Anfang an zu erhöhen, um die ungünstige Beeinflussung der Desinfektionswirkung durch die Abnahme der Säurekonzentration infolge der festen Bindung aufzuheben[1]). In praxi wird man

Tabelle 2. Bestimmung des Feuchtigkeitsgehaltes frischer Haut- und Fellstücke in rasiertem und unrasiertem Zustande sowie der Haare und der Wolle.

Fellart	Verwendet wurde	Gewicht in feuchtem Zustande g	Gewicht in trockenem Zustande g	= % Trockengewicht g	Wasserverlust g	Wasserverlust %	Im Durchschnitt %
Schaffell	Haut mit Wolle	14,39	4,67	32,5	9,72	67,5	67
	" " "	14,10	4,74	33,6	9,36	66,4	
	" ohne "	6,62	3,12	47,1	3,50	52,9	52,6
	" " "	5,02	2,39	47,6	2,63	52,4	
	Wolle allein	4,14	3,32	80,2	0,82	19,8	26,9
	" "	5,93	3,91	66,0	2,02	34,0	
Rinderfell	Haut ohne Haare	15,39	4,85	31,5	10,54	68,5	66,5
	" " "	16,70	5,93	35,5	10,77	64,5	
	" mit Haaren	10,78	3,55	33,0	7,23	67,0	66,6
	" " "	9,03	3,03	33,6	6,0	66,4	
	Haare allein	3,95	2,41	61,0	1,54	39,0	38,0
	" "	2,86	1,8	63,0	1,06	37,0	
Ziegenfell	Haut mit Haaren	7,65	3,42	44,7	4,23	55,3	55,8
	" " "	10,38	4,53	43,7	5,85	56,3	
	" ohne Haare	6,60	2,86	43,4	3,74	56,6	
	Haare allein	5,82	5,12	88,0	0,70	12,0	

[1]) S. unten die Versuche über die Säurebindung bei Kochsalzgegenwart.

den Zusatz zweckmäßig auf 4—5% erhöhen und, um einen etwa besonders starken Verbrauch an Salzsäure durch Verschmutzung der Felle usw. festzustellen, etwa eine Stunde nach dem Einbringen der Felle in die Pickelflüssigkeit die Salzsäurekonzentration der überstehenden Lösung bestimmen und bei einem stärkeren Verlust eine entsprechende Menge konzentrierter Säure unter gutem Umrühren nachgeben.

Tabelle 3. Versuche über die Bindung der Salzsäure durch frische Haut.

Fellart	Verwendet wurde	Größe etwa	Gewicht g	entspricht bei einem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von %	entspricht einem Trockengewicht von etwa g	Zugegeben wurden von N-Salzsäure	10 ccm der überstehenden Flüssigkeit nach 10 Min. titriert brauchten von N-Natronlauge ccm	10 ccm der überstehenden Flüssigkeit nach 24 Stdn. titriert brauchten von N-Natronlauge ccm
Ziegenfell	Fell mit Haaren	6 × 6	10,3	55	5	10 ccm + 30 ccm H_2O	—	—
		6 × 6	10,5	55	5	20 ccm + 30 ccm H_2O	—	—
		7 × 7	15,6	55	7	20 ccm + 30 ccm H_2O	—	—
		7 × 4	14,2	55	6,5	50 ccm	—	7,8
		7 × 4	15,0	55	7	50 „	7,9	
	Fell ohne Haare	7 × 5	5,5	55	2,5	10 ccm + 20 ccm H_2O	—	—
			7,2	55	3,3	30 ccm	7,9	—
			9,7	55	4,4	30 „	7,3	—
			10,8	55	5	110 „	9,3	9,1
	Haare allein		4,2	12	3,6	20 „	7,7	
			3,2	12	2,8	20 „	8,4	
			4,9	12	4,3	20 ccm + 30 ccm H_2O	—	—
			5,0	12	4,4	50 ccm	—	9,1
			14,4	12	12,6	150 „	9,4	9,2
			4,4	12	3,9	50 „	9,3	9,2
Schaffell	Fell mit Wolle	6 × 4	9,0	65	3,1	40 „	8,6	—
		6 × 3,5	7,5	65	2,6	40 „	9,0	—
			12,4	65	4,1	50 „	—	8,0
			17,3	65	5,8	50 „	—	8,0
	Fell ohne Wolle		5,2	52,5	2,5	30 „	8,7	—
			8,5	52,5	4,2	30 „	7,9	—
			4,5	52,5	2,2	45 „	9,4	9,3
			5,7	52,5	2,8	60 „	9,3	9,2
	Wolle allein		6,8	25	5	80 „	9,4	9,4
			5,6	25	4,2	60 „	9,3	9,2
Rinderhaut	Haut mit Haaren		12	67	4	25 „	8,5	—
			10,5	67	3,5	25 „	8,5	—
			16,1	67	5,4	50 „	8,4	7,3
			9,5	67	3,2	50 „	8,8	8,2
			8,7	67	2,9	65 „	9,4	8,8
	Haut ohne Haare		14,6	66,5	4,9	50 „	7,9	7,7
			8,3	66,5	2,8	50 „	8,7	8,6
	Haare allein		5,3	38	3,3	50 „	9,1	9,0
			5,5	38	3,4	50 „	9,0	8,9

Gegenbauer und Reichel (s. o.) haben bei ihren unter anderen Bedingungen angestellten Versuchen über die Bindung der Salzsäure durch die Fellsubstanz ein Verschwinden einer 2,6—5 % des Felltrockengewichts entsprechenden Menge Chlorwasserstoffsäure festgestellt. Sie empfehlen daher, der Desinfektionsflüssigkeit von Anfang an 5 % des Trockenfellgewichts an Salzsäure mehr zuzugeben.

und Fellstücke in rasiertem und unrasiertem Zustand, Haare und Wolle.

Die Gesamtmenge nach 24 Stdn. titriert brauchten von	dazu kamen innerhalb von 2 Stdn. weitere	zusammen wurden verbraucht von	Verschwunden waren demnach von der N-Salzsäure	= % des angewandten Säurevolumens	Auf 100 g Trockensubstanz betrug der Verlust an Säure in absoluter Menge (in g HCl)	dem entspricht eine Menge von N Salzsäure in ccm
N-Natronlauge						
ccm	ccm	ccm	ccm			
8,5	0,5	9,0	1,0	10	0,7	19
18,0	—	18,0	2,0	10	1,4	38
17,8	—	17,8	2,2	11	1,15	31
41,3	—	41,3	8,7	17,4	4,9	134
8,4	—	8,4	1,6	16	2,3	64
26,1	—	26,1	3,9	13	4,3	117
25,7	—	25,7	4,3	14	3,6	98
17,7	—	17,7	2,3	11,5	1,9	53
36,9	—	36,9	3,1	7,7	4,6	128
38,5	—	38,5	1,5	3,8	2,1	59
44,9	—	44,9	5,1	10,2	4,5	125
43,5	—	43,5	6,5	13,0	4,0	110
28,5	0,3	28,8	1,2	4	1,7	46
27,7	0,7	28,4	1,6	5,3	1,4	38
44,0	0,7	44,7	1,3	3,0	2,2	61
57,8	1,0	58,8	1,2	2,0	1,5	42
68,8	2,1	70,9	9,1	11,4	6,6	180
49,4	1,1	50,5	9,5	16	8,2	226
22,7	1,0	23,7	1,3	5,2	1,2	32
22,6	0,7	23,3	1,7	6,8	1,8	48
45,4	1,9	47,3	2,7	5,4	1,8	48
45,6	1,5	47,1	2,9	5,8	3,3	90
60,8	0,9	61,7	3,3	5,1	5,3	147
45,6	2,1	47,7	2,3	4,6	1,7	46
47,1	1,5	48,6	1,4	2,8	1,8	48
47,0	1,3	48,3	1,7	3,4	1,9	53
47,1	0,3	47,4	2,6	5,2	2,6	72

Sollen feuchte Felle und Häute gepickelt werden, so muß bei Berechnung des Säurezusatzes ihr Wassergehalt berücksichtigt werden. Aus der Tabelle 2 ergibt sich, daß der Feuchtigkeitsgehalt der hier in frischem Zustand untersuchten Felle zwischen 56 und 67 % betrug; man würde ihn also zu etwa 66% in Rechnung setzen können. Der Wassergehalt der Haare bezw. der Wolle ist erheblich geringer als der der Haut und besonders klein bei den Haaren des Ziegenfells.

In Tabelle 3 sind die Versuche über die Säurebindung durch feuchte Fellstücke und Fellbestandteile dargestellt. Hier bewirkt schon der Feuchtigkeitsgehalt der Haut eine Verdünnung der Säure, so daß die 10 Minuten nach dem Säurezusatz gefundenen Werte geringer sind als die bei trockenen Fellen (Tabelle 1) festgestellten; zur Titration von 10 ccm der über dem Fell stehenden Flüssigkeit wurden meist unter 9 ccm Normal-Natronlauge verbraucht, wenn nur etwa das zehnfache des Felltrockengewichts an Salzsäure und nicht ein erheblicher Säureüberschuß verwendet wurde; wie bei den trockenen Fellen gehen dann die Werte im Lauf der nächsten 24 Stunden weiter, wenn auch nicht mehr in gleich starkem Verhältnis zurück. Je größer relativ der Zusatz

Tabelle 4. Vergleichende Versuche über die Säurebindung durch

Temperatur, bei der die Behandlung erfolgt	Fellart	Verwendet wurde	Gewicht	entspricht bei einem durchschnittlichen Feuchtigkeitsgehalt von	entspricht einem Trockengewicht von etwa	Zugegeben wurden von N-Salzsäure	10 ccm der überstehenden Flüssigkeit nach 10 Minuten Stehen bei gewöhnlicher Temperatur	10 ccm der überstehenden Flüssigkeit nach 24 Stunden Stehen bei der angegebenen Temperatur
							titriert brauchten von N-Natronlauge	
°			g	%	g	ccm	ccm	ccm
20	Rinderhaut	Haut mit Haaren	7,1	67	2,4	70	9,2	9,0
40		" " "	9,4	67	3,1	90	9,1	8,9
		" " "	8,2	67	2,7	80	9,2	9,0
20		Haut ohne Haare	5,5	67	1,8	55	9,2	8,9
		" " "	5,3	67	1,8	50	9,0	8,9
40		" " "	7,2	67	2,4	70	9,1	8,9
		" " "	6,2	67	3,1	62	9,1	8,9
20	Schaffell	Fell mit Wolle	6,7	67	2,2	70	9,3	9,0
40		" " "	5,3	67	1,8	50	8,9	8,9
20		Fell ohne Wolle	6,7	52,5	3,3	70	9,1	8,9
		" " "	6,5	52,5	3,2	65	9,1	8,9
40		" " "	7,2	52,5	3,5	70	8,9	8,9
		" " "	9,0	52,5	4,4	90	9,0	9,0
20		Wolle allein	5,0	27	3,7	50	9,0	9,0
40		" "	5,0	27	3,7	50	9,0	8,9
		" "	5,0	27	3,7	50	9,0	9,0

von Normal-Salzsäure zu der Fellsubstanz ist, desto geringer ist natürlich der Rückgang der Säurekonzentration; so ist bei dem Ziegenfell ohne Haare nach einem Zusatz von 30 ccm Normalsäurelösung zu 3,3 g Trockensubstanz nach 10 Minuten noch ein Säuregehalt vorhanden, der 7,9 ccm Normalnatronlauge entspricht, bei gleichem Säurezusatz zu 4,4 g Fell aber nur ein 7,3 ccm entsprechender.

Die Werte, die durch Titration der in der überstehenden Flüssigkeit und den Hautstücken usw. enthaltenen Mengen Salzsäure gefunden wurden, schwanken auch hier ganz erheblich, und ebenso die Säuremengen, die durch die Fellsubstanzen endgültig gebunden sind.

Die bisherigen Versuche sind bei Zimmertemperatur ausgeführt. Schattenfroh zieht aber der Anwendung der Pickelung mit 2%iger Salzsäure bei 20° die Behandlung mit 1%iger Säure bei 40° vor. Es war daher von Interesse festzustellen, ob die Bindung der Säure durch die Hautsubstanz bei dieser höheren Temperatur ebenso verläuft wie bei Zimmertemperatur oder ob etwa durch stärkere hydrolytische Spaltung der eiweißartigen Stoffe eine größere Säuremenge gebunden wird (s. Tabelle 4).

Rinderhaut- und Schaffellstücke sowie Wolle bei 20 und 40° C.

Der nach Entfernung von	in der Flasche verbliebene Flüssigkeitsrest + Substanz brauchte zur Neutralisierung von	Die Gesamtmenge brauchte nach 24 Stunden titriert von	Dazu kamen innerhalb von 2 Stunden weitere	Zusammen wurden verbraucht von	Verschwunden waren demnach von der N-Salzsäure	= % des angewandten Säurevolumens	Auf 100 g Trockensubstanz betrug der Verlust an Säure in absoluter Menge	Das entspricht einer Menge von N-Salzsäure in
	N-Natronlauge							
ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm		g HCl	ccm
60	14,2	67,1	1,3	68,4	1,6	2,3	0,8	22
80	17,7	89,1	—	89,1	0,9	1,0	0,35	9
70	15,9	79,1	—	79,1	0,9	1,1	0,4	11
50	7,7	50,9	1,5	52,4	2,6	4,7	1,7	46
40	11,3	45,9	1,1	47,0	3,0	6,0	2,0	55
60	15,7	69,2	—	69,2	0,8	1,1	0,55	15
50	16,6	61,2	—	61,2	0,8	1,3	0,75	20
60	14,4	66,9	1,8	68,7	1,3	1,9	1,0	27
40	13,5	48,5	0,6	49,1	0,9	1,8	1,2	33
60	14,3	66,1	1,8	67,9	2,1	3,0	1,0	27
50	18,3	60,9	2,0	62,9	2,1	3,2	1,0	27
60	16,1	68,7	0,8	69,5	0,5	0,7	0,25	7
80	17,5	88,8	0,7	89,5	0,5	0,6	0,2	5,5
40	13,4	48,7	0,7	49,4	0,6	1,2	0,4	11
40	12,9	47,8	0,8	48,5	1,5	3,0	1,1	30
40	12,9	48,2	0,7	48,9	1,1	2,2	0,8	22

Zu dem Ende wurden ziemlich gleich große Hautstücke aus denselben Hautpartien von Rinder- und Schaffellen sowie Wolle entnommen, in Pulverflaschen mit gut schließendem Glasstopfen eingelegt und mit etwa dem Zehnfachen ihres Gewichts an Normal-Salzsäure übergossen; die eine Hälfte der Flaschen wurde bei 20°, die andere bei 40° in Flüssigkeitsthermostaten 24 Stunden lang gehalten. 10 Minuten nach dem Zusammenbringen von Säure und Fellstück wurden je 10 ccm aus der überstehenden Flüssigkeit entnommen und titriert. Der Rückgang der Säurekonzentration in der Lösung wurde dabei zwischen 7 und 11% gefunden.

Nach 24 Stunden wurden die Flaschen den Thermostaten entnommen, auf Zimmertemperatur abgekühlt und in je 10 ccm der überstehenden Flüssigkeit der Säuregehalt bestimmt. Bei der Rinderhaut war in beiden Serien, der bei 20° und der bei 40° gehaltenen, ein etwa gleicher weiterer Rückgang der Säurekonzentration in der Pickelflüssigkeit eingetreten. Bei den Schaffellstücken und der Wolle aber hatten nur die bei 20° gehaltenen Lösungen eine weitere Konzentrationsabnahme erfahren, während der Gehalt der bei 40° aufbewahrten Lösungen an Säure konstant geblieben war.

Es wurde dann der größte Teil der Flüssigkeit sorgfältig mit einer 10 ccm-Pipette abpipettiert und die in dem Flüssigkeitsrückstand plus Fellstück bezw. Wolle noch vorhandene Säure durch Titration bestimmt.

Wurde nun die Gesamtmenge Säure berechnet, die durch diese Titrationen wiedergefunden werden konnte, und verglichen mit dem ursprünglichen Säurezusatz, so ergab sich, daß die anfängliche Säuremenge wie auch bei den anderen Versuchen in keinem Falle mehr festgestellt werden konnte, daß also ein bestimmter Teil der Säure durch feste Bindung oder Umsetzung verschwunden war; dieser Säureverlust war aber in den bei 40° gehaltenen Fellstückproben geringer als in denen, die bei 20° gestanden hatten; er betrug im ersteren Fall jeweils nur etwa den vierten Teil der für 20° ermittelten Werte. Nur die Wolle machte davon eine Ausnahme; hier war der Säurerückgang in den bei höherer Temperatur gehaltenen Proben größer als in der bei 20° aufbewahrten; und auch durch die mit der anhängenden Wolle behandelten Schaffellstücke war bei 40° ein etwas stärkerer Säureverlust verursacht worden als bei 20°. Diese Versuche zeigen, daß auch bei Behandlung der Felle bei 40° nicht mit einem stärkeren, etwa durch partielle Hydrolyse bedingten Säurerückgang gerechnet werden muß.

Der Ursache für den geringeren Säureverbrauch der bei 40° gehaltenen Rinderhaut- und rasierten Schaffellstücke wurde nicht nachgegangen. Für praktische Zwecke ist die Feststellung ausreichend, daß die Säurekonzentration der auf 40° erwärmten Pickelflüssigkeit durch Rinderhäute und auch durch Schaffelle während der Behandlung nicht wesentlich vermindert wird. Es wird auch hier ausreichen, die Salzsäurekonzentration, wie oben angegeben ist, von Anfang an stärker zu wählen, eine Stunde nach dem Einlegen der Felle und Häute in die Lösung einen eventuellen stärkeren Rückgang des Säuregehalts festzustellen und in diesem Fall das Bad entsprechend zu verstärken.

Die bisherigen Versuche über die Bindung der Säure durch die Fellsubstanzen sind mit reinen Salzsäurelösungen angestellt. Für die Pickelung sollen aber 1 und 2%ige Lösungen von Salzsäure mit einem Zusatz von 10% Kochsalz verwendet werden. Es besteht nun die Möglichkeit, daß durch den Kochsalzgehalt der Pickelflüssigkeit die hydrolytische Spaltung der Fellsubstanzen durch die Salzsäure bei 20 und 40° beschleunigt, also verstärkt oder verlangsamt und damit verringert wird. Eine verstärkte Bildung von basischen Eiweißspaltprodukten würde aber einen stärkeren Rückgang der Säurekonzentration bedingen.

Es wurden daher vergleichende Versuche über das Säurebindungsvermögen der Fellsubstanz in Normallösungen von Salzsäure mit und ohne Zusatz von 10% Kochsalz bei 20 und 40° angestellt. Zu dem Zweck wurden Doppeltnormal-Lösungen von Salzsäure mit dem gleichen Volumen 20%iger Kochsalzlösung bezw. destillierten Wassers versetzt, so daß Normallösungen von Salzsäure mit 10 bezw. 0% Kochsalz erhalten wurden.

Die feuchten Rinderhautstücke wurden in Pulverflaschen mit eingeschliffenem Stopfen mit etwa dem 10fachen ihres Gewichts von diesen Lösungen übergossen und der Säuregehalt der überstehenden Flüssigkeit nach 10 Minuten bestimmt. Die eine Hälfte jeder Serie wurde dann bei 40°, die andere bei 20° in Thermostaten 24 Stunden lang gehalten; nach dieser Zeit wurden die Flaschen auf Zimmertemperatur abgekühlt und der Säuregehalt der überstehenden Flüssigkeit und des Lösungsrestes mit dem Hautstück wie in den früheren Versuchen bestimmt. Die Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle 5 zusammengestellt.

Der Rückgang der Säurekonzentration in der überstehenden Flüssigkeit während des 24stündigen Stehens der Flaschen bei 20 und 40° ist bei den 10% Kochsalz enthaltenden Lösungen durchschnittlich etwas geringer als bei den Lösungen ohne Kochsalzzusatz.

Der Gesamtsäureverlust von überstehender Flüssigkeit plus Hautstück aber ist in den Lösungen mit Kochsalzzusatz größer als in den reinen Salzsäurelösungen; und zwar ist auch hier, wie bei den in Tabelle 4 dargestellten Versuchen, der Säuregehalt bei 20° stärker zurückgegangen als bei 40°. Es betrug nämlich der Säureverlust auf 100 g Haut (Feuchtgewicht) berechnet im Durchschnitt bei den Versuchen

mit 10% Kochsalz bei 40° 1,5%, bei 20° 1,8%,
ohne Kochsalzzusatz „ 40° 0,6%, „ 20° 1,3%.

Um die Ergebnisse in runden Zahlen darzustellen, sind hier, wie in den früheren Tabellen, die Mengen Normal-Salzsäure-Lösung angegeben, die diesen Säureverlusten entsprechen.

Ein dem Gehalt der Pickelflüssigkeit entsprechender Kochsalzzusatz hat also bei 20 und 40° einen stärkeren Verlust an Salzsäure bedingt, als er unter den gleichen Umständen in reiner Salzsäure entsteht. Der Unterschied im Rückgang der Säurekonzentration ist namentlich bei 40° ganz erheblich, mit Kochsalz 2½ mal so groß als ohne Salzzusatz; bei 20° aber nur 1½ mal so stark.

Die beiden Beobachtungen: geringerer Säureverlust der mit Kochsalz versetzten Lösungen bei Titration der überstehenden Flüssigkeit, größerer Säureverlust bei der Gehaltsbestimmung in Flüssigkeit plus Hautstück, als jeweils in den kochsalzfreien Salzsäurelösungen, stehen in einem scheinbaren Widerspruch. Man wird sich den geringeren Säureverlust der überstehenden Flüssigkeit bei Gegenwart von 10% Kochsalz wohl am besten durch die geringere Quellung der Hautstücke in der salzhaltigen Salzsäure erklären; infolge der schwächeren Imbibition der Hautstücke in der stark salzhaltigen Lösung dringt auch weniger Salzsäure in das Innere, der Lösung wird also durch die Hautsubstanz weniger Säure entzogen, als in reiner Salzsäure. Daß der Gehalt von Flüssigkeit plus Hautstück an Salzsäure bei Salzgegenwart aber stärker zurückging, als in salzfreier Säure, scheint dafür zu sprechen, daß das Chlornatrium in der Tat die hydrolytische Spaltung der Hautbestandteile verstärkt. Auch Gegenbauer und Reichel (s. o.) beobachteten eine erhöhte Bindung der Salzsäure bei Salzgegenwart.

Bei einem durchschnittlichen Wassergehalt feuchter Hautstücke von 66% berechnet sich aus den Versuchen eine Salzsäurebindung von 4,5—4,8% bei 40°, von 4,8 bis 6,3% bei 20° durch die Trockensubstanz der Häute bei Gegenwart von 10% Kochsalz; im Mittel also von 4,85%. In salzfreier Säurelösung beträgt der Säureverlust im Durchschnitt 2,75 g auf 100 g Hauttrockensubstanz. Die Mittelzahl von 4,85% steht in guter Übereinstimmung mit der von Gegenbauer und Reichel empfohlenen Mehrzugabe von 5% Chlorwasserstoffsäure (auf das Trockengewicht der Häute berechnet) zu der Pickelflüssigkeit bei der Ausübung des Verfahrens in größerem Maßstab.

Tabelle 5. Vergleichende Versuche über die Bindung der Salzsäure durch 10% Kochsalz

Fellgewicht	Übergossen mit		Der Zusatz entspricht einer Normal-Salzsäure-Lösung mit einem Kochsalzzusatz von	Temperatur, bei der die Behandlung erfolgte	10 ccm der überstehenden Flüssigkeit nach		Der Gehalt der überstehenden Flüssigkeit hatte sich während des 24stündigen Stehens gegenüber dem nach 10 Min. festgestellten demnach verringert um weitere
	Doppeltnormal-Salzsäure-Lösung	und			10 Min. Stehen bei gewöhnlicher Temperatur	24 Stunden Stehen bei der angegebenen Temperatur	
					titriert brauchten von Normal-Natronlauge		
	ccm		%		ccm	ccm	%
13	70	70 ccm 20%ige Kochsalzlösung	10	40°	9,0	8,9	1
5	25	25 „	10	40°	8,7	8,8	0
6	30	30 „	10	40°	8,9	8,9	0
6,5	35	35 „	10	20°	8,9	8,9	0
8,5	45	45 „	10	20°	9,0	8,8	2
7,5	40	40 „	10	20°	9,0	8,8	2
5	25	25 „ destilliertes Wasser	0	40°	9,0	9,0	0
5	25	25 „	0	40°	9,2	8,9	3
6,5	35	35 „	0	40°	9,2	8,9	3
4,5	25	25 „	0	20°	9,1	9,0	1
6,0	30	30 „	0	20°	9,0	8,9	1
7,0	35	36 „	0	20°	9,0	8,9	1

Bakteriologische Untersuchungen.

Es wurden zunächst orientierende Versuche über die sporentötende Wirkung 1- und 2%iger Salzsäure mit und ohne Zusatz von Kochsalz bei 20° und 40° angestellt, die, weiter ausgebaut, bei anderer Gelegenheit ausführlich veröffentlicht werden sollen. Die Versuche ergaben, daß Milzbrandsporen an Baumwollbattistläppchen angetrocknet, abgetötet werden

bei 20° durch 1%ige Salzsäure mit 10% Kochsalz in weniger als 24 h,
durch 2%ige Salzsäure mit 10% Kochsalz in 3½—6 h,
bei 40° durch 1%ige Salzsäure mit 10% Kochsalz in 2 h,
durch 2%ige Salzsäure mit 10% Kochsalz in ½—1 h.

Die hier eingehend zu besprechenden Versuche wurden angestellt an 6 Rinderhäuten, je einem Schaf- und Ziegenfell und etwa 10 Meerschweinchenfellen. Durch das gütige Entgegenkommen der Herren Departementstierärzte und Veterinärräte Koschel in Berlin und Klebba in Potsdam beziehungsweise der ihnen nachgeordneten Herren Kreistierärzte war es mir möglich, von 6 an Milzbrand eingegangenen Rindern Hautstücke aus verschiedenen Körperregionen zu entnehmen. Das Schaf und die Ziege waren im Gesundheitsamte einer intravenösen Milzbrandinfektion mit je ⅕ Agarkultur eines virulenten Stammes am 2. bezw. 3. Tag erlegen. Die Meerschweinchen wurden teils durch subkutane, teils durch intraperitoneale Infektion mit drei verschiedenen Stämmen getötet.

Die Haut- und Fellstücke wurden, um eine kräftige Sporenbildung zu erzielen, zunächst 3 Tage lang in geschlossenen großen Doppelschalen im Brutschrank bei 37°

feuchte Rinderhautstücke aus Normallösungen von Salzsäure mit 0 und bei 20° und 40°.

Die Gesamtmenge (Flüssigkeit plus Hautstück) brauchte nach 24 Stunden titriert	Dazu kamen innerhalb von 2 Stund. weitere	Zusammen wurden verbraucht	Verschwunden waren demnach von der Normal-Salzsäure	= % des angewandten Säurevolumens	Auf 100 g Substanz (Feuchtgewicht) betrug der Verlust an Säure in absoluter Menge g HCl	Das entspricht einer Menge von Normal-Salzsäure in
Normal-Natronlauge						
ccm	ccm	cm	ccm			ccm
—	—	—	—	—	—	—
45,6	2,3	47,9	2,1	4,2	1,5	41
54,4	2,9	57,3	2,7	4,5	1,6	44
64,9	2,3	67,2	2,8	4,0	1,6	44
82,8	3,1	85,9	4,1	4,5	1,75	48
72,7	3,0	75,7	4,3	5,4	2,1	57
48,6	0,6	49,2	0,8	1,6	0,6	16
49,1	0,5	49,6	0,4	0,8	0,3	8
68,2	0,3	68,5	1,5	2,1	0,8	22
47,4	1,2	48,6	1,4	2,8	1,1	30
56,4	1,4	57,8	2,2	3,6	1,3	35
66,8	2,4	69,2	2,8	3,9	1,4	38

gehalten und dann auf die Gegenwart reichlicher Mengen von Milzbrandsporen untersucht, indem kleine Hautstückchen in Reagenzröhren mit einigen Kubikzentimetern physiologischer Kochsalzlösung versenkt und diese $1^1/_2$ Stunden lang im Wasserbad auf 60° erhitzt wurden. Die Hautstückchen wurden dann in kleine Teilchen zerschnitten, in sterilen Mörsern mit Kochsalzlösung zerrieben und einige Ösen der Aufschwemmung auf Agarplatten mit dem Glasspatel zerteilt. Nur wenn reichliches Wachstum von Milzbrandsporen erfolgte — was z. B. bei einem zweiten Schaffell nicht der Fall war — wurden die betreffenden Fellstücke in den Versuch genommen. Etwa $^2/_3$ der von jedem Tier entnommenen Fellstücke wurden in den Schalen liegend im Digestorium durch einen kräftigen darüber streichenden Luftstrom innerhalb von 2—3 Tagen getrocknet; $^1/_6$ wurde gepökelt, d. h. für einige Stunden in 20%ige Kochsalzlösung eingelegt, dann herausgenommen, mit festem Kochsalz bestreut und wie oben angegeben getrocknet; die gepökelten Hautstücke behielten eine den Salzfellen des Handels entsprechende Biegsamkeit; das letzte Sechstel kam in feuchtem Zustand zur Verwendung.

Als Pickelflüssigkeiten wurden angewandt 1- und 2%ige Salzsäure je mit 10% Kochsalzzusatz und zwar beide Konzentrationen je bei 20° und 40°. Als Ausgangslösungen dienten eine 4%ige Salzsäure und 20%ige Kochsalzlösung. Durch entsprechende Mischung dieser Lösungen eventuell unter Zusatz sterilen destillierten Wassers wurden die Pickellösungen hergestellt[1]). Der Gehalt an Säure wurde jeweils titrimetrisch bestimmt.

Mit diesen Lösungen wurden die zu untersuchenden etwa 6 cm^2 großen Haut- und Fellstückchen in ausreichend geräumigen Pulverflaschen (von 250 und 500 ccm Inhalt) mit eingeschliffenem Glasstopfen übergossen, nachdem die Lösung eventuell vorgewärmt worden war. Angewandt wurde das 10—12 fache des verwendeten Fellgewichts an Volumina Pickelflüssigkeit, um eine zu starke Konzentrationsverminderung der Säure durch Bindung oder Verdünnung zu vermeiden. Der durch die Fellsubstanz bedingte Säureverlust wurde in diesen Versuchen nicht bestimmt; auch die aus den Versuchen des chemischen Teiles als zweckmäßig errechnete prophylaktische Zugabe von 5% des Fellgewichts an Salzsäure erfolgte hier nicht.

Jede Versuchsreihe wurde zwei- in einzelnen Fällen auch dreimal parallel ausgeführt, d. h. es wurden 2—3 Flaschen in gleicher Weise, d. h. mit Stückchen vom selben Fell und derselben Lösung beschickt und zu jeder der angegebenen Zeiten aus jeder Flasche je 1 Fellstückchen der Pickelflüssigkeit entnommen und in der zu beschreibenden Weise getrennt verarbeitet. Diese parallelen Entnahmen sind in den Tabellen unter der Rubrik „Probe" mit den Ziffern I, II und III aufgeführt.

Die Flaschen, die die Fellstücke in der Pickelflüssigkeit enthielten, standen während der Versuchszeit verschlossen in einem Raum, dessen Temperatur nicht unter

[1]) Um Mißverständnisse, wie sie in der Desinfektionsliteratur hin und wieder vorkommen, auszuschließen, sei bemerkt, daß als eine 2%ige Salzsäure hier wie auch sonst in der chemischen Literatur eine Lösung bezeichnet wird, die zwei Gewichtsteile Chlorwasserstoff in 100 Volumina enthält. Eine mit destilliertem Wasser hergestellte Verdünnung von zwei Raumteilen offizineller oder konzentrierter Salzsäure auf 100 Raumteile kann nicht als 2%ige Salzsäure bezeichnet werden; sie entspricht etwa einer 0,5%igen Salzsäure.

20° fiel, bezw. bis zum Hals in dem Wasser eines Flüssigkeitsthermostaten, der die Temperatur von 40° mit ganz kleinen Abweichungen einhielt. Ein Beschweren der Fellstücke war nicht nötig; sie blieben in der Flüssigkeit untergetaucht; dagegen wurden von Zeit zu Zeit die Flaschen umgeschüttelt oder ihr Inhalt umgerührt, um Konzentrationsschwankungen in den Teilen der Lösung und Luftblasenbildung rückgängig zu machen. Zu den in den Tabellen angegebenen Zeiten wurden je 2—3 Fellstückchen aus den Flaschen mit Platinpinzetten entnommen und für eine halbe bis eine Stunde einzeln in sterile Schälchen mit 4%iger Lösung von Kristallsoda eingelegt; diese war mit etwas Lackmustinktur versetzt, um einen eventuellen Säureüberschuß durch den Farbenumschlag anzuzeigen.

In mehreren Versuchen wurden dann die Fellstückchen in 2 oder 3 Schichten zerteilt, indem die Epidermis mit den Haaren abgehoben und Corium und Subcutis zusammen verarbeitet oder gleichfalls noch mit steriler Schere und Pinzette getrennt wurden; diese Zerlegung ließ sich bei den gepickelten Fellen meist ziemlich leicht bewerkstelligen. Sie hatte den Zweck, zu ermitteln, ob etwa in der mittleren Schicht, der eigentlichen Lederhaut, die Sporen schwerer abzutöten seien, als in den oberflächlichen Schichten. Da die Milzbrandbazillen den Literaturangaben nach bei Sauerstoffmangel keine Neigung zur Sporenbildung haben, war es allerdings nicht wahrscheinlich, daß im Corium mit besonders schwer zu vernichtenden Nestern von Milzbrandsporen zu rechnen sei; immerhin schien mir die Feststellung ausreichend wichtig, um die mühsame Zerlegung zu rechtfertigen. In der Tat ergab sich, daß, von wenigen Ausnahmen abgesehen, die mittlere Schicht sporenfrei gefunden wurde, wenn es die äußeren waren.

Wurde von einer Trennung in Schichten abgesehen, so habe ich die Randpartien der Fellstücke abgeschnitten und aus ihrer Mitte je ein etwa $1^1/_2$ cm^2 großes Stück entnommen. Diese Stückchen wurden nun, ebenso wie die eventuellen einzelnen Schichten, in millimetergroße Teilchen klein zerschnitten, in der Porzellanreibschale unter Zusatz von physiologischer Kochsalzlösung mit dem Pistill zu einer breiigen Masse zerrieben, dann nochmals zerschnitten und zerrieben. Hierauf wurden — was sehr wichtig ist — einige Tropfen Lackmustinktur zugegeben und im Falle saurer Reaktion tropfenweis unter Verreiben der meist schleimigen Masse mit dem Pistill solange 4%ige Kristallsodalösung zugefügt, bis eine bleibende Blaufärbung auftrat. Meist erwies sich das Einlegen der Stückchen in Sodalösung nach der Entnahme aus der Pickelflüssigkeit als nicht ausreichend zur Neutralisation aller Salzsäure, und zwar auch dann nicht, wenn die Karbonatlösung noch alkalische Reaktion gezeigt hatte; denn beim Zerreiben der tieferen Schichten wird die noch nicht herausdiffundierte Säure frei und sie würde ohne Neutralisation auf den Agarplatten das Wachstum unterdrücken; ich glaubte wenigstens das völlige Sterilbleiben einzelner Platten bei den Vorversuchen auf mangelnde Abstampfung der zurückgebliebenen Säure zurückführen zu müssen. Selbstverständlich sind die Instrumente und Reibschalen für jeden Versuch frisch sterilisiert, die Instrumente in kochender Sodalösung, die Mörser im strömenden Wasserdampf.

Das zerschnittene und in der Reibschale zerriebene Fellstückchen bildet meist eine schleimige Masse mit kleinen Haarpartikeln, selten war — und nur bei Verwendung ganz trockener Hautstücke — das Corium noch in festen Stückchen vorhanden. Der Schleim setzte sich fast immer leicht ab; im Notfall wurde das Sedimentieren noch auf der Zentrifuge beschleunigt. Die überstehende Flüssigkeit wurde dann abgegossen und aus dem Bodensatz mit der Platinöse reichliche Mengen herausgefischt und auf 2—3 Agarplatten zerteilt, von denen dann mit dem Glasspatel in der von der Stuhluntersuchung her bekannten Weise je eine zweite und eventuell dritte Verdünnung angelegt wurde. Die sporenhaltige Hautpartikelemulsion zur Abtötung vegetativer Formen während einiger Zeit auf 60° zu erhitzen, erwies sich als nicht nötig. Auf den Platten entwickelten sich während eines 20stündigen Aufenthalts im Brutschrank bei 37° meist nur Einzelkolonien, unter denen, wenn sie auch häufig sehr dicht standen, die Milzbrandkolonien leicht zu erkennen waren. Hier und da kam es allerdings auch vor, daß die ganze Agarplatte mit einem zusammenhängenden Rasen überwachsen war. Auch dann ließen sich häufig noch Milzbrandkolonien unter dem Rasen durch ihr charakteristisches Wachstum erkennen. Sie wurden mit der sie überdeckenden Kulturmasse mit einer Platinöse abgehoben, in Kochsalzlösung unter Reiben fein verteilt und im Röhrchen 1—$1^1/_2$ Stunden lang auf 60° erwärmt; nach dieser Zeit wurden reichliche Mengen auf Agarplatten verteilt und diese 20 Stunden lang im Brutschrank gehalten; fast immer gelang so eine Isolierung von Einzelkolonien sehr gut. Wurden auf den überwachsenen Platten keine milzbrandähnlichen Kolonien bemerkt, oder gelang die Isolierung festgestellter nicht, so wurde der Versuch in den Tabellen mit „V“ d. h. verunreinigt bezeichnet.

Von den milzbrandverdächtigen, auf den Fellemulsion-Ausstrichplatten gewachsenen Kolonien wurden mit einer Platinnadel Teilchen abgenommen und auf Agarplatten in Strichform verteilt. Zeigten die Einzelkolonien das für sporenhaltige oder sporenfreie Milzbrandkulturen charakteristische Wachstum, so erfolgte eine Weiterverimpfung auf Agarröhrchen; von diesen habe ich nach mehrtägigem Wachstum etwa $^1/_{10}$ Öse in Kochsalzlösung aufgeschwemmt Mäusen intraperitoneal verimpft, wobei von der Aufschwemmung Kontrollausstriche auf Agarplatten angelegt wurden. Gingen die Mäuse innerhalb von 48 Stunden ein, so wurden sie seziert und Milz und Herzblut auf Agarplatten ausgestrichen; wuchsen daraus typische Milzbrandkolonien, so wurde in die Tabelle „Mi*“, d. h. durch den Tierversuch erhärteter Nachweis von Milzbrand eingetragen. Gingen die Mäuse nicht innerhalb dieser Zeit ein, so wurde der Versuch mit derselben oder einer anderen aus der Versuchsreihe stammenden milzbrandverdächtigen Kolonie wiederholt.

Selbstverständlich hatte es keinen Zweck, alle aus einer Versuchsreihe isolierten Milzbrandkulturen im Tierversuch durchzuprüfen. Verimpft wurde jeweils nur Kulturmaterial von den verdächtigen Kolonien aus einer der Platten, die mit dem am längsten gepickelten Fellmaterial angelegt waren. War hier Milzbrand festgestellt, so wurden die mit weniger lange Zeit gepickeltem Material beschickten Plattenserien, die milzbrandverdächtige Kolonien enthielten, in den Tabellen schlechtweg mit „Mi“ bezeichnet.

Das Zeichen „—“ bedeutet, daß keine verdächtigen Kolonien in den betreffenden Plattenserien gewachsen sind oder daß verdächtige Kolonien sich nicht mäusepathogen erwiesen.

Die beschriebene Verarbeitung der gepickelten Fellstückchen ist sehr zeitraubend; auch bei guter Übung und bei weichen Hautstückchen braucht man zum wiederholten Zerschneiden und Zerreiben eines Fellteilchens, zu dem Neutralisieren der Suspension und der Verteilung des Bodensatzes auf den Agarplatten 15—20 Minuten. Da ich bei jedem Pickelversuch mehrere Entnahmen zu verschiedenen Zeiten machte, wurde die Zahl der anzulegenden Platten eine sehr große; am einzelnen Tage konnte daher nur eine kleine Zahl von Versuchsreihen erledigt werden.

Ich habe diese umständliche Verarbeitungsart angewandt, weil sie mir die sicherste und einwandfreiste zu sein schien. Das Ausstreichen größerer Materialmengen auf Platten ist für diesen Zweck von Reichel in seinem Vortrag auf der 5. Tagung der freien mikro-biologischen Vereinigung in Dresden empfohlen worden[1]); dieses Verfahren verdient vor der Verimpfung auch pasteurisierter Fellstückchen in Bouillon und Ausstreichen der Bouillonkultur auf Agarplatten ohne Frage den Vorzug. Die ganzen Fellstückchen in Agar zu verimpfen oder zu pasteurisieren, in Wasser längere Zeit zu bewegen und dann den zentrifugierten Bodensatz nach Erhitzung auf 60° auf Agarplatten auszustreichen, erschien mir nicht ausreichend. Denn zum Nachweis kommen bei diesen von anderen Seiten angewandten Verfahren nur die oberflächlich auf den Fell- und Hautstücken sitzenden Keime; und auch diese dürften in größerer Zahl nur dann abgesprengt werden, wenn die Fellstücke noch hart sind; meist werden sie aber in der Pickelflüssigkeit weich und biegsam; von derartigen elastischen Stücken werden aber wohl namentlich die an der Fleischseite sitzenden Keime durch das Schütteln mit Wasser kaum abgelöst. Es erschien mir aber auch von Wert, gerade die unter der äußersten Schicht auf der Fleisch- und Haarseite sitzenden Sporen festzustellen, da auch sie durch Scheuern während des Transports an die Oberfläche gelangen können, jedenfalls aber während der Verarbeitung der Felle in der Gerberei eine Gefahr für den Arbeiter bilden und in die Gerbereiabwässer übergehen.

Vorversuche zur Ausarbeitung der Methode waren mit der Rinderhaut „N I“ und Meerschweinchenfellen angestellt worden. Dies war insofern ein wenig günstiger Zufall, als zur Abtötung der Milzbrandsporen in der Haut N I ungewöhnlich lange Einwirkungszeiten nötig waren und die Vorversuche daher eine ungewöhnliche Resistenz ergaben. Es wurde zunächst allgemein mit längeren Einwirkungszeiten gearbeitet, als die sind, die sich dann bei der Verarbeitung anderer Felle als nötig erwiesen.

Versuche mit 2% Salzsäure und 10% Kochsalz enthaltender Pickelflüssigkeit bei 40°.

Tabelle 6 zeigt die Einwirkung dieser Lösung auf die Rinderhäute N I und W. Während in 6 Versuchen weniger als 24 Stunden zur Abtötung der Milzbrandsporen in Haut N I nötig waren, gelang in einer Versuchsreihe der Nachweis von

[1]) Zentralbl. f. Bakt. I. Abt., Referate, Bd. 50, Beiheft S. 83 (1911). Ähnlich hatte schon früher Heim auf Kossels Rat die Ziegenhaare zur Isolierung der Milzbrandsporen in Bouillon auf 60° erhitzt und dann den Bodensatz auf Agarplatten ausgestrichen.

Tabelle 6. Einwirkung 2%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz auf die Rinderhäute NI und W bei 40° bei Anwendung längerer Einwirkungszeiten.

Fellstück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden 10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	34	48	50	52	56	74
Fell NI																							
Rücken	feucht		Epidermis	X									—		—								
			Corium und Subcutis										—		—								
Hals	„		Epidermis	1	V	Mi*	—					Mi*		—	—		—			—	—		
			Corium und Subcutis		V	—	—					—		—	—		—			—	—		
„	„		Epidermis	5				—	—	—	—								—				
			Corium und Subcutis					—	—	—	—								—				
„	getrocknet		Epidermis	13								—			—		—	—		—			—
			Corium und Subcutis									—			—		—	—		—			—
Rücken	feucht		Epidermis	12								—		—	—				—		—		—
			Corium und Subcutis									—		—	—				—		—		—
Hinterschenkel	getrocknet		Epidermis	15								—		—		—	—		—	—			
			Corium und Subcutis									—		—		—	—		—	—			
Bauch	getrocknet		im ganzen	19								—				—			—				
Fell W																							
Rücken	feucht		Epidermis	22—28				—	—	—	—												
			Corium					—	—	—	—												
			Subcutis					—	—	—	—												
„	„		Epidermis	30						—							—			—			
			Corium							—							—			—			
			Subcutis							—							—			—			
„	getrocknet		Epidermis	38						—		—											
			Corium							—		—											
			Subcutis							—		—											

Zeichenerklärung: Mi* = durch Tierversuche identifizierte Milzbrandkolonien.
Mi = nur durch kulturelle Merkmale festgestellter Milzbrand.
V = die Platten sind durch andere Bakterien überwachsen.
— = keine Milzbrandkolonien auf den Platten festgestellt.

Milzbrandsporen noch nach 24 Stunden; in diesem Falle hatten in der Epidermis sitzende Sporen die Behandlung überdauert, während in Corium und Subcutis keine Sporen nachzuweisen waren. In der Rinderhaut W war nach 16- und 20stündiger Pickelung kein Milzbrandvirus mehr auffindbar. Untersucht wurden Hautpartien aus verschiedenen Körperregionen (Hals, Rücken, Bauch, Hinterschenkel), wobei darauf hingewiesen sei, daß bei Rindern im allgemeinen die Haut der Rückenpartien besonders kräftig ist. Die untersuchten Stücke waren feucht und getrocknet.

Tabelle 7. Einwirkung 2%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz auf Rinderhaut NI bei 40° (Anwendung kurzer Zeiten).

Fellstück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden														
					½	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½	6	7	8	10
Rücken	feucht		Epidermis	Xa	—	V	—	V	V	—	—	V	—	—	—				
			Corium und Subcutis		—	V	—	V	V	—	Mi*	—	V	—	—				
Hals	feucht		Epidermis	XII						Mi		Mi		Mi	—	—	—	—	
			Corium und Subcutis							Mi		Mi		—		Mi*	—	—	
Rücken	gesalzen		Epidermis	52		—		Mi		—		—							
			Corium			Mi		Mi*		—		—							
			Subcutis			Mi		Mi		—		—							
„	gesalzen	I	im ganzen	54				—		—		—		—		—			
		II	„ „					—		—		—		—		—			
Hals	getrocknet		Epidermis	11—13				—		—		Mi		—		Mi*		—	
			Corium und Subcutis					—		—		—		—		—		—	
Hinterschenkel	getrocknet		Epidermis	15—16		Mi*		—		—		—		Mi*		—		—	
			Corium und Subcutis			Mi*		—		—		—		—		—		—	
Bauch	getrocknet		Epidermis	18		—		—		Mi*		—		—					
			Corium und Subcutis			Mi*		—		—		—		—					
„	getrocknet		im ganzen	19a										—		—		—	

Tabelle 7 zeigt die Einwirkung der gleichen Säure- und Salzkonzentration auf feuchte, gesalzene und getrocknete Stücke aus 4 verschiedenen Partien der Rinderhaut NI in 9 Versuchen. Zweimal war zur Entkeimung eine mehr als 6stündige Einwirkung nötig, nach 8 Stunden wurden in beiden Stücken keine verdächtigen Kolonien mehr nachgewiesen. In den übrigen Fällen genügten kürzere Zeiten (6, 5, 4, 3 und 2 Stunden), um das Milzbrandvirus zum Verschwinden zu bringen.

Sind in einem Hautstückchen, beispielsweise nach 5stündiger Pickelung, noch Sporen nachgewiesen worden, so haben die früheren Entnahmen, etwa nach 2, 3 und 4 Stunden, durchaus nicht immer gleichfalls die Anwesenheit von Milzbrandkeimen ergeben. Häufig tritt vielmehr unvermittelt zwischen negativen Ergebnissen wieder ein positives auf. Dies mahnt zu einer gewissen Vorsicht bei der Wertung der Ergebnisse. Denn ein solches Hautstück hätte vielleicht auch noch nach längerer Pickelung lebensfähiges Virus enthalten, z. B. noch nach 6, 8 und 10 Stunden, wenn das positive Ergebnis bei 5 Stunden lag, da die Sporen in diesem Fall besonders schwer zugänglich gelegen sein konnten.

Andererseits dürfen Ausnahmebefunde nicht allzuhoch bewertet werden, zumal sie meist nur in einer oder wenigen Kolonien bestehen; solche vereinzelte Feststellungen von Milzbrandkeimen nach ungewöhnlich langen Zeiten dürfen

Tabelle 8. Einwirkung von 2%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz bei 40° auf Milzbrandsporen an 5 Rinderhäuten und je einem Schaf- und Ziegenfell.

Fell	Stück von	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden								
						1	2	3	4	5	6	8	10	12
F	Bauch	getrocknet		im ganzen	50	—	—	—	—	—				
	Rücken	„	I	„ „	56		Mi	Mi*	—	—	—			
			II					Mi*	—	—	—			
W	„	feucht		Epidermis	22/28	—	—		—	—	—			
				Corium		—	—		—	—	—			
				Subcutis		—	—		—	—	—			
	„	„		Epidermis	30	Mi	—	—	—	—	—			
				Corium		Mi	—	—	—	—	—			
				Subcutis		Mi*	—	—	—	—	—			
	Hinterschenkel	„		Epidermis	34	—	Mi	—	—	—				
				Corium		—	Mi	—	—	—				
				Subcutis		—	Mi*	—	—	—				
	Rücken	„		Epidermis	36			—	—	—	—	—	—	
				Corium				—	—	—	—	—	—	
				Subcutis				Mi*	—	—	—	—	—	
	„	getrocknet		Epidermis	38	Mi	—	—	—	—				
				Corium		Mi	—	—	—	—				
				Subcutis		Mi*	—	—	—	—				
	„	„		Epidermis	40						—	—	—	
				Corium							—	—	—	
				Subcutis							—	—	—	
	„	„	I	Epidermis	48	Mi	—	—						
				Corium		Mi	—	—						
				Subcutis		—	—	—						
			II	Epidermis			—	—						
				Corium			—	—						
				Subcutis			—	—						
			III	Epidermis			Mi*	—						
				Corium			Mi*	—						
				Subcutis			—	—						
N II	„	feucht	I	im ganzen	80			—	—	—	—			
			II	„ „				—	—	—	—			
	Bauch	gesalzen	I	„ „	82			—	—	—	—			
			II	„ „				—	—	—	—			
	Rücken	getrocknet	I	„ „	84			Mi	—	—	—	—		
			II	„ „				Mi*	—	—	—	—		
	„	„	I	„ „	120			—	—		—			—
			II	„ „				—	—		—			—
B	Bauch	feucht	I	„ „	85			—	—	—	—	—		—
			II	„ „				—	—	—	—	—		—
	Rücken	gesalzen	I	„ „	86			—	—	—	—	—		—
			II	„ „				—	—	—	—	—		—

Fortsetzung von Tabelle 8.

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden 1	2	3	4	5	6	8	10	12
	Rücken	getrocknet	I	im ganzen	87			Mi	—	—	—	—		—
			II	„ „				Mi*	—	—	—	—		—
O	Hals	feucht	I	„ „	117			V	—		—			—
			II	„ „				Mi*	—		—			—
	Rücken	„	I	„ „	126			Mi*	—		—			—
			II	„ „				—	—		—			—
	„	gesalzen	I	„ „	118			—	—		—			—
			II	„ „				—	—		—			—
	Brust	„	I	„ „	127			—	—		—			—
			II	„ „				—	—		—			—
	„	getrocknet	I	„ „	119			Mi*	—		—			—
			II	„ „				—	Mi*		—			—
	Bauch	„	I	„ „	128			—	—		—			—
			II	„ „				—	—		—			—
Schaf		feucht	I	Wolle	129			—	—					
				Fell				—	—					
			II	Wolle				—	—					
				Fell				—	—					
			I	Wolle	135		—	—	—					
				Fell			—	—	—					
			II	„			—	—	—					
		gesalzen	I	Wolle	130			—	—					
				Fell				—	—					
			II	Wolle				—	—					
				Fell				—	—					
			I	Wolle	136		—	—	—					
				Fell			Mi	Mi*	—					
			II	„			Mi	—	—					
		getrocknet	I	Wolle	131			—	—					
				Fell				—	—					
			II	Wolle				—	—					
				Fell				—	—					
			I	Wolle	137		Mi*	—	—					
				Fell			—	—	—					
			II	„			—	—	—					
Ziege		feucht		Haare	132			—	—					
				Fell				—	—					
		„	I	Haare	138		—	—	—					
				Fell			Mi*	—	—					
			II	„			—	—	—					
		gesalzen	I	Haare	133			—	—					
				Fell				—	—					
			I	Haare	139		—	—	—					
				Fell			—	—	—					
			II	„			—	—	—					
		getrocknet	I	Haare	134			—	—					
				Fell				—	—					
			I	Haare			Mi	—	Mi*					
				Fell			Mi	Mi	—					
			II	„			Mi*	—	—					

nicht als Maßstab für die Festsetzung der Einwirkungszeiten dienen, wenn dadurch die Anwendung eines Verfahrens zu teuer oder aus anderen Gründen irrationell würde. Man wird sich, wie auch sonst vielfach bei der Desinfektionspraxis, damit begnügen müssen, wenn die überwiegende Mehrzahl der infektiösen Keime abgetötet ist. Was aber Ausnahmebefunde sind, erfährt man erst durch zahlreiche Versuchsreihen; deren sind es denn auch bei diesen Versuchen unter Einrechnung der Parallelversuche über 300 geworden.

Auch die in Tabelle 7 dargestellten Versuche zeigen, daß die Keime im Corium nicht etwa länger der Behandlung widerstehen, als in der Epidermis oder an den Haaren.

Tabelle 8 zeigt die Ergebnisse der Pickelung von Stücken aus 5 verschiedenen Rinderhäuten und je einem Schaf- und Ziegenfell mit 2%iger Salzsäure unter Kochsalzzusatz von 10% bei 40°. 38 Versuchsreihen mit Rinderhautstücken aus verschiedenen Regionen in feuchtem, gesalzenem und getrocknetem Zustand zeigen, daß die Abtötung der Milzbrandsporen unter diesen Bedingungen in längstens 4 Stunden gelang, daß also der bei Fell N I mehrfach geführte Nachweis überlebender Sporen nach längeren Einwirkungszeiten als Ausnahmebefund anzusehen ist. Bei getrennter Verarbeitung der Hautschichten

Tabelle 9. Einwirkung 2%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz-

Fell	Zustand	Schicht	Versuchsreihe	1	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
Br II	feucht	Im ganzen	II	—	—	—	—	—	—	—	—		
W	getrocknet	„ „	V	Mi	Mi*	—	—						
H	„	„ „	IV	—	—	—	—						
Br IV	„	Epidermis	VIII					—	—	—			
		Corium und Subcutis						—	Mi*	—			
Br VI	feucht	Epidermis	XI	Mi		Mi		Mi		Mi		Mi*	
		Corium und Subcutis		—		—		—		—		—	
Br VI	„	Epidermis	XIII					V		—		—	
		Corium und Subcutis						Mi		Mi*		—	
Br VII	getrocknet	Epidermis	2										
		Corium und Subcutis											
Br VIII	„	Epidermis	6										
		Corium und Subcutis											
W	„	Epidermis	VI										
		Corium und Subcutis											

erwiesen sich auch bei diesen Reihen die Milzbrandsporen in der Lederhaut nicht schwieriger abtötbar als in der Epidermis und Subcutis.

Auch bei 21 Versuchsreihen, die mit feuchten, gesalzenen und getrockneten Ziegen- und Schaffellstücken unternommen wurden, und bei denen Haare bezw. Wolle und Fell getrennt untersucht wurden, gelang nur einmal der Milzbrandsporennachweis noch nach 4 Stunden und zwar an Ziegenhaaren.

Die Felle an Milzbrand eingegangener Meerschweinchen (s. Tabelle 9) erwiesen sich durch 2%ige Salzsäure mit dem üblichen Kochsalzzusatz bei 40° zum Teil schwerer desinfizierbar als Rinderhäute; hier trat Wachstum in je einer Serie noch nach 3½, 4 und 5 Stunden auf. Da die meist subkutan infizierten Meerschweinchen ausgedehnte sulzige Ödeme zeigten, wie sie beim normalen Verlauf des Milzbrandes höherer Tiere selten vorkommen, ist diesen Befunden keine große Bedeutung beizumessen. Sie zeigen aber, daß die Felle an Milzbrand eingegangener Meerschweinchen sich für Versuche über die Abtötung von Milzbrandsporen an Häuten und Fellen wenig eignen.

Versuche mit 2% Salzsäure und 10% Kochsalz enthaltender Pickelflüssigkeit sind bei 40° von anderen Autoren nicht angestellt worden.

zusatz bei 40° auf Milzbrandsporen an Meerschweinchenfellen.

Stunden																			
6	7	8	10	12	14	16	18	20	22	24	25	26	27	28	32	40	48	50	52
—																			
—																			
			—	—	—					—		—		—					
			—	—	—					—		—		—					
						—	—	—	—							—			
						—	—	—	—							—			
										—	—		—				—	—	—
										—	—		—				—	—	—

Versuche mit 1% Salzsäure und 10% Kochsalz enthaltender Pickelflüssigkeit bei 40°.

Schattenfroh, Gegenbauer und Reichel, die diese Konzentration und Temperatur in erster Linie empfehlen, fanden eine 6stündige Pickelung unter diesen Bedingungen bei Schaf- und Ziegenfellen ausreichend. Ihre Versuche sind angestellt an 2 Fellstücken von je 10 cm² Größe und an 29 Schaf- und Ziegenfellen; vor und nach der Pickelung wurde von jedem Fell eine Probe entnommen und bakteriologisch untersucht; dabei erwiesen sich vor der Desinfektion 7 Felle als mit Milzbrandsporen behaftet, während nach der Behandlung in keinem der von 29 Fellen entnommenen Stückchen mehr Milzbrand nachweisbar war. Bei der später vorgenommenen Desinfektion einer großen Fellpartie, bei der Salzsäurekonzentrationen von über 1% bei Temperaturen von 28—40° 13—18 Stunden einwirkten, wurden in zwei Fellstückchen nach der Behandlung noch Milzbrandsporen in kleiner Zahl (1 bezw. 2 Kolonien) nachgewiesen, während vor der Pickelung bei 10 von 92 Untersuchungen Milzbrandsporen festgestellt worden waren. Gegenbauer und Reichel betonen dabei mit Recht, daß „die Feststellung eines weitgehenden Desinfektionseffektes dadurch wohl kaum beeinträchtigt wird."

Tabelle 10. Einwirkung 1%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz bei 40° auf die Milzbrandsporen an den Rinderhäuten NI und W.

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden										
						24	26	28	30	32	48	50	52	56	72	80
NI	Hals	feucht		Epidermis	XVI			—		—						
				Corium und Subcutis				—		—						
	„	„		Epidermis	3a	—	—	—		—		—	—			
				Corium und Subcutis		—	—	Mi		—		Mi*	—			
	Hinterschenkel	getrocknet		Epidermis	14	—	—		—	—	—			—	—	—
				Corium und Subcutis		—	—		—	—	—			—	—	—
	Bauch	getrocknet		im ganzen	21	—			—		—					
W	Rücken	feucht		Epidermis	31				—		—					
				Corium					—		—					
				Subcutis					—		—					

Bei den hier ausgeführten Versuchen waren, wie bei den Versuchen mit 2%iger Salzsäure bei 40° wieder Stücke der zuerst untersuchten Rinderhaut NI ungewöhnlich schwer desinfizierbar. In einem feuchten Stück der Halspartie (s. Tabelle 10) waren Milzbrandsporen noch nach 28- und 50stündiger Einwirkung der genannten Pickelflüssigkeit nachzuweisen, und zwar in beiden Fällen in den zusammen verarbeiteten Corium- und Subcutisschichten.

Auch bei den in Tabelle 11 aufgeführten Versuchen brauchen Rinderhaut NI und diesmal auch Rinderhaut F längere Einwirkungszeiten zur Desinfektion als die

Tabelle 11. Einwirkung 1%iger Salzsäure mit 10% Kochsalzzusatz bei 40° auf die Milzbrandsporen an 6 Rinderhäuten und je einem Schaf- und Ziegenfell.

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	24	30	48
N I	Hals	feucht		Epidermis	XVIa				V	Mi	—	—	—	—									
				Corium u. Subcutis					Mi	Mi*	—	—	—	—									
	„	„		Epidermis	3										V	Mi	Mi*				—		
				Subcutis u. Corium											V	V	V				—		
	Rücken	gesalzen		Epidermis	53	Mi	—	Mi	—														
				Corium		—	—	Mi	—														
				Subcutis		Mi	—	Mi*	—														
	„	„	I	im ganzen	55		—	Mi	Mi	Mi*	—												
			II	„ „				Mi	Mi	Mi*	—												
	Bauch	„	I	„ „	71				Mi	—	Mi		Mi		Mi*								
			II	„ „					—	Mi	Mi		—		Mi*								
	Rücken	„	I	„ „	75											—		—	—		—		
			II													—		—	—		—		
	Hinterschenkel	getrocknet		Epidermis	14						—		—								—		
		„		Corium u. Subcutis							—		—								—		
	Bauch	„		im ganzen	21			—	—	—	—		—								—	—	—
	Rücken	„	I	„ „	70				Mi	Mi	Mi	Mi	Mi*										
			II	„ „					Mi	Mi	Mi	—	Mi*										
	Hals	„	I	„ „	74											—		—	—		—		
		„	II	„ „												—		—	—		—		
F	Bauch	„		„ „	51	Mi	Mi	Mi*	—	—	—												
	Rücken	„	I	„ „	57		—	—	—	—	—												
			·II	„ „				—	Mi*	Mi*	—												
	„	„	I	„ „	73				Mi	Mi	Mi		Mi		—								
			II	„ „					Mi	Mi	Mi		Mi		Mi*								
	„	„	I	„ „	76											—		Mi	—		—		
			II	„ „												Mi		Mi*	—		—		
W	„	feucht		Epidermis	23/9						—							—	—	—			
				Corium							—							—	—	—			
				Subcutis							—							—	—	—			
	„	„		Epidermis	31		Mi	Mi	Mi		—									—		—	—
				Corium			—	—	—		—									—		—	—
				Subcutis			Mi	—	Mi		—									—		—	—

Fortsetzung der Tabelle 11.

Fell	Stück von	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	24	30	48
	Hinterschenkel	feucht		Epidermis	35		—	—	—		—									—			
				Corium			—	—	—		—									—			
				Subcutis			Mi*	—	—		—									—			
	Rücken	„		Epidermis	37			Mi	—	—	—		—		—								
				Corium				Mi	—	—	—		—		—								
				Subcutis				Mi*	—	—	Mi* 1 Kol.		—		—								
	„	getrocknet		Epidermis	39	Mi	—	—	—	—										—	—		
				Corium		Mi	—	—	—	—										—	—		
				Subcutis		Mi*	—	—	—	—										—	—		
	„	„		Epidermis	41						—			—		—							
				Corium							—			—		—							
				Subcutis							—			—		—							
	„	„	I	Epidermis	49	Mi	Mi	—															
				Corium		—	Mi	—															
				Subcutis		Mi	Mi	—															
			II	Epidermis			Mi	—															
				Corium			Mi	—															
				Subcutis			—	—															
			III	Epidermis			Mi	Mi															
				Corium			Mi	Mi															
				Subcutis			Mi	Mi*															
	Bauch	„	I	im ganzen	72				Mi	Mi*	—		—		—								
			II	„ „					Mi	Mi*	—		—		—								
N II	Rücken	feucht	I	„ „	81				Mi		—		—		—								
			II	„ „					Mi*		—		—		—								
	„	„	I	„ „	88				Mi		V			—		—							
			II	„ „					Mi		V			—		—							
	„	„	I	„ „	108				—		Mi			—		—							
			II	„ „					V		Mi*			—		—							
	Bauch	gesalzen	I	„ „	83				—		—		—		—								
			II	„ „					—		—		—		—								
	Rücken	„	I	„ „	89				—		V		—	—		—							
			II	„ „					Mi*		V			—		—							
	„	„	I	„ „	109				V		Mi*			—		—						—	
			II	„ „					V		—			—		—						—	
	Hals	getrocknet	I	„ „	90				—		—			—		—							
			II	„ „					—		—			—		—							

Fortsetzung der Tabelle 11.

Fell	Stück von	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	24	30	48
	Rücken	getrocknet	I	im ganzen	110				—		—			—		—							
			II	„ „					—		—			—		—					—		
B	Bauch	feucht	I	„ „	91				—		—			—		—							
			II	„ „					—		—			—		—							
	Rücken	„	I	„ „	111				—		—			—		—					—		
			II	„ „					—		Mi*			—		—					—		
	Bauch	gesalzen	I	„ „	92				V		—			—		—							
			II	„ „					V		—			—		—							
	Rücken	„	I	„ „	112				Mi*		—			—		—					—		
			II	„ „					Mi*		—			—		—					—		
	„	getrocknet	I	„ „	113				—		—			—		—					—		
			II	„ „					—		—			—		—					—		
O	„	feucht	I	„ „	114				Mi		Mi			—		—					—		
			II	„ „					Mi		Mi*			—		—					—		
	„	gesalzen	I	„ „	115				Mi		Mi			—		—							
			II	„ „					Mi		Mi*			—		—					—		
	„	getrocknet	I		116				Mi		Mi*			—		—					—		
			II						Mi		—			—		—					—		
Schaf		feucht	I	Wolle	141											V					—	—	
				Fell												V					—	—	
			II	„												V						—	
		„	I	Wolle	147											—		—					
				Fell												—		—					
			II	„												—		—					
		gesalzen	I	Wolle	142											V					—	—	
				Fell												—					—		
			II	„												—					—	—	
		„	I	Wolle	148											Mi*		—			—		
				Fell												—		—			—		
			II	„												—		—			—		
		„	I	Wolle	170						—			—		—					—		
				Fell							Mi*			—		—					—		
			II	„							—			—		—					—		
		„	I	Wolle	178											Mi		—	—				
				Fell												Mi*		—	—				
			II	„												—		—	—				
		„	I	Wolle	182											Mi*			—				
				Fell												—			—				
			II	„												—			—				

Fortsetzung der Tabelle 11.

Fell	Stück von	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden																	
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	24	30	48
Ziege		getrocknet	I	Wolle	143											V					—	—	
				Fell												V					—	—	
			II	"												—					—	—	
		"	I	Wolle	149											—			—				
				Fell												—			—				
			II	"												—			—				
		"	I	Wolle	171						Mi*			—		—			—				
				Fell							—			—		—			—				
			II	"							—			—		—			—				
		"	I	Wolle	179											Mi*		—	—				
				Fell												—		—	—				
			II	"														Mi*	—				
		"	I	Wolle	183											Mi							
				Fell												Mi*			—				
			II	"												—			—				
		"	I	Wolle	186						—			—									
				Fell							—			—									
			II	"							—			—									
		"	I	Wolle	189														—		—		
				Fell															—		—		
			II	"															—		—		
		feucht	I	Haare	144											—					—		
				Fell												V					—		
			II	"												V					—		
		"	I	Haare	150											—		—					
				Fell												—		—					
			II	"												—		—					
		gesalzen	I	Haare	145											V					—	—	
				Fell												V					—	—	
			II	"												—					—	—	
		"	I	Haare	151											—		—					
				Fell												—		—					
			II	"												Mi*		—					
		"	I	Haare	172						Mi			Mi		—					—		
				Fell							Mi			Mi		Mi*					—		
			II	"							—			Mi		—					—		
		"	I	Haare	180											—		Mi	—				
				Fell												—		Mi*	—				
			II	"												—		Mi	—				
		"	I	Haare	184											—			—				
				Fell												—			—				
			II	"												—			—				
		"	I	Haare	187						—			—									
				Fell							—			—									

Fortsetzung der Tabelle 11.

Fell	Stück von	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	15	18	20	24	30	48
			II	Fell										—									
		gesalzen	I	Haare	190														—		—		
				Fell															—		—		
			II	„															—		—		
		getrocknet	I	Haare	146											—					—		
				Fell												V					—	—	
			II	„												V					—	—	
		„	I	Haare	152											—		—					
				Fell												—		—					
			II	„												—		—					
		„	I	Haare	173						—			—		—					—		
				Fell							—			—		—					—		
			II	„							—			—		—					—		
		„	I	Haare	181											—		—	—				
				Fell												Mi*		—	—				
			II	„												—		—	—				
		„	I	Haare	185											Mi			Mi*				
				Fell												Mi			Mi				
			II	„												—			—				
		„	I	Haare	188						Mi			Mi									
				Fell							Mi			—									
			II	„							Mi			Mi*									
		„	I	Haare	191														—		—		
				Fell															—		—		
			II	„															—		—		

4 anderen Rinderhäute; Milzbrandsporen waren nämlich in N I und F bis zu 14- und 15stündiger Einwirkung nachweisbar, während bei den Häuten W, N II, B und 0 die letzten positiven Befunde nach 6 Stunden, Desinfektion aber nach längstens 8 bezw. 9 Stunden festgestellt wurden.

Unter der großen Zahl von Versuchen mit 1%iger Salzsäure bei 40° erscheinen auch hier die für die Pickelung nach der Schattenfrohschen Vorschrift weniger günstigen Ergebnisse als Ausnahmen; immerhin ist auffallend, daß von den Rinderhäuten N I und F eine besonders große Zahl von Proben eine ungemein schwere Desinfizierbarkeit zeigt.

Daß die Sporen in einer der angewandten Hautpartien oder in einer bestimmten Hautschicht oder bei feuchtem, gesalzenem oder getrocknetem Zustand der Haut besonders schwer vernichtbar wären, ist auch aus diesen Versuchen nicht abzuleiten.

Bei den zahlreichen Versuchen an Schaf- und Ziegenfellstücken waren Milzbrandsporen vielfach noch nach 12- und 15stündiger, beim Ziegenfell zweimal sogar noch

nach 18stündiger Einwirkung nachzuweisen. Bei diesen künstlich infizierten Tieren erwies sich die Desinfektion somit schwieriger als bei den 4 einer natürlichen Milzbrandinfektion erlegenen Rindern und als bei den Ziegen- und Schaffellen in den Untersuchungen von Schattenfroh bezw. Gegenbauer und Reichel.

Tabelle 12. Einwirkung 1%iger Salzsäure mit 10% Kochsalzzusatz auf die Milzbrandsporen an Meerschweinchenfellen.

Fell	Zustand	Schicht	Versuchsreihe	Stunden																							
				3	3½	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	19	20	21	22	23	24	26	28	32	40	50
Br III	getrocknet	im ganzen	III													—	—	—	—	—	—	—					
Br IV	getrocknet	Epidermis	IX	—	Mi	—																					
		Corium und Subcutis		Mi	Mi	Mi*																					
Br VII	getrocknet	Epidermis	XVII			V	—	—	—	—	—													—	—		
		Corium und Subcutis				V	—	—	—	—	—													—	—		
Br VIII	getrocknet	Epidermis	4									V	—	Mi								Mi*	Mi*		—		—
		Corium und Subcutis										V	V	V								Mi*	—		—		—
Br X (intraperitoneal)	getrocknet	Epidermis	10			V	V	—	—	—	—																
		Corium und Subcutis				—	—	V	—	—	—																

Auch eines der Meerschweinchenfelle (s. Tabelle 12) zeigte sich bei diesen Untersuchungen besonders schwer desinfizierbar.

Versuche mit 2% Salzsäure und 10% Kochsalz enthaltender Pickelflüssigkeit bei 20°.

Schattenfroh hatte in seiner vorläufigen Mitteilung empfohlen, die Ziegen- und Schaffelle dieser Pickelung 48 Stunden lang zu unterziehen. Gegenbauer und Reichel haben gleichfalls in einem Versuch mit einem 10 cm^2 großen Fellstück und bei der unter praktischen Verhältnissen ausgeführten Desinfektion von 40 Schaf- und Ziegenfellen diese Bedingungen wirksam gefunden; unter diesen 40 Fellen waren bei Entnahme und bakteriologischer Verarbeitung je eines Stückchens vor der Pickelung 4 als milzbrandinfiziert erwiesen worden; nach der Behandlung wurde von jedem dieser infiziert befundenen Felle je 10 Stückchen entnommen; in keiner der 40 Proben waren aber mehr Milzbrandsporen festzustellen.

Sie ziehen aber die Einwirkung 1%iger Salzsäure bei 40° der 2%iger Säure bei 20° vor, da unter den erstgenannten Bedingungen eine gründlichere Abtötung von Bakterien und Sporen an den Fellen erfolge und die Luft besser ausgetrieben werde; ferner weil bei der praktischen Übung der Pickelung eine größere Garantie dafür bestehe, daß die höhere Temperatur sorgfältig eingehalten werde.

Auch bei diesen Versuchen (s. Tabelle 13, S. 102—105) waren die Milzbrandsporen an der Rinderhaut N I besonders schwer abzutöten; sie wurden zweimal noch nach 30stündiger Einwirkung der Pickelflüssigkeit nachgewiesen, während unter 33 Versuchen mit den 5 anderen Rinderhäuten nur 2mal (bei F und W) noch nach 24 Stunden Milzbrandkolonien festgestellt werden konnten, sonst aber Zeiten unter 24 Stunden zur Abtötung genügten. Ebenso verhielt sich das Schaffell; bei dem Ziegenfell aber konnte in 2 von 10 Versuchen nach 24 Stunden gleichfalls noch Milzbrandvirus gefunden werden, nie nach 36 Stunden.

Bei einem Versuch mit einem Meerschweinchenfell war nach 8 Stunden kein Milzbrand mehr nachweisbar (s. Tabelle 14).

Tabelle 14. Meerschweinchenfell Br behandelt mit 2%iger Salzsäure und 10% Kochsalz bei 20°.

Schicht	Versuchsreihe	Stunden							
		4	5	6	7	8	9	28	32
Epidermis	XV	V	V	V	V	—	—	—	—
Corium und Subcutis		V	V	V	V	—	—	—	—

Versuche mit 1% Salzsäure und 10% Kochsalz enthaltender Pickelflüssigkeit bei 20°.

Von Gegenbauer und Reichel wurden unter diesen Bedingungen keine Versuche angestellt.

Mir erschien nicht unwichtig, auch die Wirkung dieser Pickelung festzustellen, da es denkbar ist, daß sehr empfindliche Felle höhere Temperaturen oder Säurekonzentrationen nicht ertragen.

In den Rinderhäuten W, N II, B und O und dem Schaf- und Ziegenfell (s. Tabelle 15, S. 106 u. 107) war die Abtötung der Milzbrandsporen nach längstens 96 Stunden erfolgt; bei Rinderhaut N I waren bis zu 168 Stunden zur Desinfektion erforderlich, bei Rinderhaut F war sie auch dann nicht erfolgt.

Man wird daher gut tun, nur in Notfällen auf die Pickelung mit 1%iger Salzsäure bei 20° zurückzugreifen.

Zusammenstellung der Versuchsergebnisse.

Eine Zusammenstellung der Ergebnisse der Tabellen 6—15 enthält Tabelle 16 (S. 108—111). Es sind in dieser Tabelle diejenigen Zeiten angegeben, in denen aus den Rinderhäuten, den Schaf-, Ziegen- und Meerschweinchenfellen in feuchtem, gesalzenem und getrocknetem Zustand nach Behandlung mit den 2 untersuchten Konzentrationen der Pickelflüssigkeit bei 20 und 40° noch Wachstum von Milzbrandkolonien zu beobachten war, sowie diejenigen, nach denen kein Wachstum mehr erfolgte. Ist dabei der untere Grenzwert nicht bestimmt, d. h. wurden in keiner Probe einer Versuchsreihe mehr Milzbrandkeime festgestellt, so wird dies bei dem oberen durch das Zeichen ⟨ hervorgehoben; ⟨ 6 bedeutet z. B., daß Abtötung in längstens

Tabelle 13. Versuche über die Einwirkung 2%iger Salzsäure mit 10% Schaf- und

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	4	5	6	7	8	9
Rind NI	Hals	feucht		Epidermis	XIV	Mi	Mi	—	Mi*	—	—
				Corium und Subcutis		—	—	—	Mi*	—	—
	Rücken	gesalzen	I	Epidermis	60						
				Corium							
				Subcutis							
			II	Epidermis							
				Corium							
				Subcutis							
	Bauch	„	I	im ganzen	67						
			II	„ „							
	Hinterschenkel	getrocknet		Epidermis	17			Mi		—	
				Corium und Subcutis				Mi		Mi*	
	Bauch	„		im ganzen	20		—	—		—	
	Rücken	„	I	„ „	66						
			II	„ „							
Rind F	Hinterschenkel	„	I	„ „	61						
			II	„ „							
	Rücken	„	I	„ „	69						
			II	„ „							
Rind W	„	feucht		Epidermis	32			Mi			
				Corium				Mi			
				Subcutis				Mi*			
	„	„		Epidermis	44						
				Corium							
				Subcutis							
	„	getrocknet		Epidermis	42			Mi			—
				Corium				Mi			Mi*
				Subcutis				Mi			Mi
	Hinterschenkel	„	I	im ganzen	68						
			II	„ „							
Rind NII	Rücken	feucht	I	„ „	94						
			II	„ „							
	„	gesalzen	I	„ „	95						
			II	„ „							
	„	getrocknet	I	„ „	96						
			II	„ „							
	„	„	I	„ „	121						
			II	„ „							
Rind B	„	feucht	I	„ „	97						
			II	„ „							

Kochsalzzusatz auf Milzbrandsporen an 6 Rinderhäuten und je einem Ziegenfell.

Stunden																	
12	15	18	20	21	24	26	27	28	30	32	36	48	56	60	72	80	100
								—		—							
								—		—							
Mi	—		Mi														
Mi	—		—														
—	—		Mi*														
Mi*	—		—														
Mi	—		—														
—	—		—														
					—		—		—		—	—		—			
					—		—		—		—	—		—			
					—	—			—			—	—		—	—	—
					—	—			—			—	—		—	—	—
					—				—			—					
					Mi		Mi		Mi*		—	—		—			
					—		Mi		Mi*		—	—		—			
Mi*	—		—														
Mi*	—		—														
					Mi*				—		—	—		—			
					—		—		—		—	—		—			
			—						—			—					
			—						—			—					
			—						—			—					
	—	—		—	—												
	—	—		—	—												
	—	—		—	—												
	—	—		—	—												
	—	—		—	—												
	—	—		—	—												
					Mi		—		—		—	—		—			
					—		—		—		—	—		—			
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						

Fortsetzung der

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	4	5	6	7	8	9
Rind B	Rücken	gesalzen	I	im ganzen	98						
			II	„ „							
	„	getrocknet	I	„ „	99						
			II	„ „							
	Hinterschenkel	„	I	„ „	122						
			II	„ „							
Rind O	Bauch	feucht	I	„ „	123						
			II	„ „							
	Brust	„	I	„ „	100						
			II	„ „							
	Rücken	gesalzen	I	„ „	124						
			II	„ „							
	„	getrocknet	I	„ „	125						
			II	„ „							
Schaf		feucht	I	Wolle Fell	153						
			II	„							
		gesalzen	I	Wolle Fell	154						
			II	„							
		„	I	Wolle Fell	174						
			II	„							
		getrocknet	I	Wolle Fell	155						
			II	„							
		„	I	Wolle Fell	175						
			II	„							
Ziege		feucht	I	Haare Fell	156						
			II	„							
		gesalzen	I	Haare Fell	157						
			II	„							
		„	I	Haare Fell	176						
			II	„							
		getrocknet	I	Haare Fell	158						
			II	„							
		„	I	Haare Fell	177						
			II	„							

Tabelle 13.

Stunden																	
12	15	18	20	21	24	26	27	28	30	32	36	48	56	60	72	80	100
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
Mi*	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
V	—	—			—						—						
V	—	—			—						—						
Mi	Mi	Mi*			—						—						
Mi	Mi	Mi			—						—						
—	Mi	Mi*			—						—						
—	—	—			—						—						
Mi*	—	—			—						—						
—	—	—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		Mi*			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
Mi*		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
Mi		—			—						—						
Mi*		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			Mi*						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		—			—						—						
—		Mi			Mi*						—						
Mi		Mi			Mi*						—						
Mi		—			—						—						

Tabelle 15. Einwirkung 1 %iger Salzsäure mit 10 % Kochsalzzusatz bei 20° auf Milzbrandsporen an 6 Rinderhäuten und je einem Schaf- und Ziegenfell.

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden															
						6	9	15	18	20	21	24	30	36	48	60	72	96	120	144	168
Rind N I	Rücken	gesalzen	I	im ganzen	78												—	—	—	—	—
			II														—	—	—	—	—
	„	„	I	Epidermis	58					Mi		Mi	—								
				Corium						Mi		Mi	—								
				Subcutis						Mi		Mi*	Mi*								
			II	Epidermis						Mi		Mi	—								
				Corium						Mi		Mi	—								
				Subcutis						Mi		Mi*	—								
	Hals	„	I	im ganzen	63							Mi	—	—	—	Mi*	—				
			II	„ „								Mi	—	—	Mi*	—	—				
	Rücken	getrocknet	I	„ „	62							Mi	Mi	—	Mi*	—	—				
			II	„ „								Mi	Mi	Mi*	—	—	Mi*				
	Bauch	„	I	„ „	77												—	—	—	—	—
			II	„ „													—	—	—	Mi*	—
Rind F	Hals	„	I	„ „	59					Mi		Mi	Mi*								
			II	„ „						Mi		Mi	Mi*								
	Bauch	„	I	„ „	65							Mi	—	Mi	Mi	Mi*	—				
			II	„ „								Mi	Mi	—	Mi	-	Mi*				
	„		I	„ „	79												Mi	Mi	Mi	Mi	Mi
			II	„ „													Mi	Mi	Mi	Mi	Mi*
Rind W	Rücken	feucht		Epidermis	33	Mi				—			—		—						
				Corium		Mi				—			—		—						
				Subcutis		Mi*				—			—		—						
	„	„		Epidermis	45	Mi	Mi	Mi	—												
				Corium		Mi	Mi	Mi	Mi*												
				Subcutis		Mi	Mi	Mi	—												
	„	getrocknet		Epidermis	43	Mi	Mi	Mi	Mi		Mi	Mi									
				Corium		Mi	—	Mi	—		Mi	Mi*									
				Subcutis		Mi	Mi	Mi	—		Mi	Mi									
	„	„	I	im ganzen	64							Mi	Mi	—	—	Mi*	—				
			II	„ „								Mi	Mi	Mi*	—	—	—				
Rind N II	Brust	feucht	I	„ „	101										—		—	—		—	
			II	„ „											—		Mi*	—		—	
	„	gesalzen	I	„ „	102										—		—	—		—	
			II	„ „											—		—	—		—	
	Rücken	getrocknet	I	„ „	103										—		—	—		—	
			II	„ „											—		—	—		—	

Fortsetzung der Tabelle 15.

Fell	Stück vom	Zustand	Probe	Schicht	Versuchsreihe	Stunden															
						6	9	15	18	20	21	24	30	36	48	60	72	96	120	144	168
Rind B	Rücken	feucht	I	im ganzen	104										Mi*		—	—		—	
			II	„ „											—		—	—		—	
	Hals	gesalzen	I	„ „	105										—		Mi*	—		—	
			II	„ „											—		—	—		—	
	Rücken	getrocknet	I	„ „	106										V		—	—		—	
			II	„ „											—		—	—		—	
Rind O	„	feucht	I	„ „	107										Mi		Mi*	—		—	
			II	„ „											—		Mi	—		—	
Schaf		„	I	Wolle	164										—		—	—			
				Fell											—		—	—			
			II	„											—		—	—			
		gesalzen	I	Wolle	165										Mi*		—	—			
				Fell											—		—	—			
			II	„											—		—	—			
		getrocknet	I	Wolle	166										—		—	—			
				Fell											—		Mi*	—			
			II	„											—		—	—			
Ziege		feucht	I	Haare	167										—		—	—			
				Fell											—		—	—			
			II	„											—		—	—			
		gesalzen	I	Haare	168										—		—	—			
				Fell											—		—	—			
			II	„											—		—	—			
		getrocknet	I	Haare	169										—		—	—			
				Fell											—		—	—			
			II	„											—		—	—			

6 Stunden erfolgt war, daß aber die Zeit, nach der noch Milzbrandkeime feststellbar waren, nicht bestimmt wurde.

Zunächst zeigt die Zusammenstellung, daß der Zustand der Haut- und Fellstücke, d. h. ob sie feucht, gepökelt oder getrocknet in die Pickelflüssigkeit eingelegt wurden, ohne erkennbaren regelmäßigen Einfluß auf die zur Desinfektion erforderliche Zeit ist.

Tabelle 16. Zusammenstellung der

Konzentration der Pickelflüssigkeit	Zustand des Fells	Temperatur	Rinderhaut N I Befund positiv	Rinderhaut N I Befund negativ	Rinderhaut F Befund positiv	Rinderhaut F Befund negativ	Rinderhaut W Befund positiv	Rinderhaut W Befund negativ	Rinderhaut N II Befund positiv	Rinderhaut N II Befund negativ
			nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden	
1 % Salzsäure + 10 % Kochsalz	feucht	20 °						⟨ 20	72	96
							18			⟨ 48
	gesalzen			⟨ 72						⟨ 48
				⟨ 72						
			30							⟨ 48
			24	30						
			60	72						
			48	60						
	getrocknet		48	60	30		24			⟨ 48
			72		30		60	72		⟨ 48
				⟨ 72	60	72	36	48		
			144	168	72					
					168					
					168					
1 % Salzsäure + 10 % Kochsalz	feucht	40 °		⟨ 28				⟨ 30	4	6
									4	6
			50	52				⟨ 6	4	9
									4	9
			5	6			4	6	6	9
			14	24			2	3		
							6	8		
	gesalzen		3	4						⟨ 4
			5	6						⟨ 4
			5	6						⟨ 8
			10						4	8
			10							
				⟨ 12						
				⟨ 12						
	getrocknet			⟨ 6	3	4	1	2		⟨ 4
				⟨ 3		⟨ 2		⟨ 6		⟨ 4
			8		5	6	2	3		⟨ 4
			8		8	10	2	3		⟨ 4
				⟨ 12	10					

Ergebnisse aus den Tabellen 6—15.

Rinderhaut B Befund		Rinderhaut O Befund		Schaffell Befund		Ziegenfell Befund		Meerschweinchen-felle. Befund	
positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ
nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden	
48	72	72	96		< 48		< 48		
	48	72	96		< 48		< 48		
72	96			48	72		< 48		
	< 48				< 48		< 48		
	< 72			72	96		< 48		
	< 48				< 48		< 48		
	< 4	6	9		< 24		< 24		
	< 4	6	9		< 24		< 24		
	< 4				< 12		< 12		
6	9								
					< 12		< 12		
	< 6	6	9		< 12		< 24		
					< 24		< 12		
	< 6	6	9	12	15				
							< 12		
4	6				< 12	12	15		
				6	9	12	24		
4	6				< 6	9	12		
				12	15	15	18		
	9				< 12	15	18		
				12	15		< 12		
					< 12		< 12		
							< 6		
							< 6		
							< 18		
							< 18		
	< 4	6	9		< 24		< 24		< 18
	< 4	4	6		< 12		< 24	4	
					< 12		< 12		< 5
					< 12		< 12	26	32
				6	9		< 6		< 7
					< 6		< 6		
				12	15	12	15		

Fortsetzung der

Konzentration der Pickelflüssigkeit	Zustand des Fells	Temperatur	Rinderhaut N I Befund		Rinderhaut F Befund		Rinderhaut W Befund		Rinderhaut N II Befund	
			positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ
			nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden	
				< 12	15	18	3			
				< 24	15	18	5	6		
				< 24			5	6		
2 % Salzsäure + 10 % Kochsalz	feucht	20 °	7	8			6	20		< 12
								< 15		< 12
	gesalzen			< 24						< 12
				< 24						< 12
			20							
			12	15						
	getrocknet		8	24	12	15	9	15		< 12
				< 5	12	15	24	27		< 12
			30	36	24	27		< 24		< 12
			30	36		< 24				< 12
2 % Salzsäure + 10 % Kochsalz	feucht	40 °		< 25				< 16		< 3
			24	26				< 20		< 3
				< 16				< 1		
			$3^1/_2$	5			1	2		
			6	7			2	3		
				< 24			3	4		
	gesalzen		2	3						< 3
										< 3
				< 2						
				< 2						
	getrocknet			< 24		1		< 20	3	4
				< 24	3	4			3	4
				< 24	3	4	1	2		< 3
			5	6				< 6		< 3
			3	4			1	2		
				< 5				< 2		
			6	8			2	3		

Tabelle 16.

Rinderhaut B Befund		Rinderhaut O Befund		Schaffell Befund		Ziegenfell Befund		Meerschweinchenfelle. Befund	
positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ	positiv	negativ
nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden		nach Stunden	
				15	18		< 12		
				12	15	18			
					< 12	18			
					< 6	9			
					< 6	9			
					< 18		< 18		
					< 18		< 18		
	< 12		< 15		< 12	12	18		
	< 12		< 15		< 12		< 12		
		18	24						
		18	24						
	< 12	18	24		< 12		< 12		
	< 12		< 12		< 12		< 12		
				18	24	24	36		
					< 12		< 12		
12	15		< 12		< 12		< 12		
	< 12	12	15	12	18		< 12		< 8
	< 12				< 12	24	36		
	< 12				< 12	12	18		
	< 3		< 4		< 3		< 3		1
	< 3	3	4		< 3			5	
		3	4		< 2	2	3	4	5
			< 3		< 2		< 2		
	< 3		< 3		< 3		< 3		
	< 3		< 3		< 3		< 2		
			< 3	3	4		< 2		
			< 3	2	3				
3	4	3	4		< 3		< 3	$1\frac{1}{2}$	2
3	4	4	6		< 3	4			1
			< 3	2	3	2	3	$3\frac{1}{2}$	4
			< 3		< 2				< 10
									< 16
									< 24

Stellt man die Minimalzeiten, die zur Desinfektion der Haut- und Fellstücke erforderlich waren, zusammen, so ergibt sich, daß die Milzbrandsporen abgetötet waren durch 1% HCl + 10% NaCl bei 20° an Rinderhäuten

in weniger als 48 Stunden . . . . . 12 mal
in 48—72 Stunden . . . . 10 mal
in 72—96 Stunden . . . . 4 mal
nicht in 96 Stunden . . . . 3 mal;

an Schaffellen

in weniger als 48 Stunden . . . . . 4 mal
in 48—96 Stunden . . . . 2 mal,

an Ziegenfellen

stets in weniger als 48 Stunden und zwar 6 mal;

durch 1% HCl + 10% NaCl bei 40° an Rinderhäuten

in weniger als 6 Stunden . . . . . 36 mal
in 6—9 Stunden . . . . 12 mal
in 9—24 Stunden . . . . 4 mal
nicht in 24 Stunden . . . . 1 mal;

an Schaffellstücken

in weniger als 6 Stunden . . . . . 4 mal
in 6—9 Stunden . . . . 2 mal
in 12—24 Stunden . . . . 6 mal;

an Ziegenfellstücken

in weniger als 6 Stunden . . . . . 2 mal
in 9—12 Stunden . . . . 1 mal
in 12—24 Stunden . . . . 5 mal;

durch 2% HCl + 10% NaCl bei 20° an Rinderhautstücken

in weniger als 24 Stunden . . . . . 37 mal
in 24—36 Stunden . . . . 4 mal;

an Schaffellstücken

stets in weniger als 24 Stunden und zwar 10 mal;

an Ziegenfellstücken

in weniger als 24 Stunden . . . . . 8 mal
in 24—36 Stunden . . . . 2 mal;

durch 2% HCl + 10% NaCl bei 40° an Rinderhautstücken

in weniger als 4 Stunden . . . . . 40 mal
in 4—6 Stunden . . . . 3 mal
in 6—9 Stunden . . . . 2 mal
in mehr als 12 Stunden . . . . . 1 mal;

an Schaffellstücken

stets in weniger als 4 Stunden und zwar 12 mal;

an Ziegenfellstücken

stets in weniger als 4 Stunden und zwar 8 mal.

In dieser Aufstellung sind nicht mitgerechnet die zahlreichen Untersuchungen, bei denen die ersten Entnahmen von Fell- bezw. Hautstückchen schon zu Zeiten erfolgten, die über den hier als Minimalzeiten festgestellten lagen, z. B. wenn die ersten Rinderhautstückchen in einer Versuchsreihe, in der 2%ige Salzsäure bei 40° einwirkte, erst nach 6 Stunden entnommen wurden.

Die Zusammenstellung zeigt, daß sich sehr wohl bestimmte Minimalzeiten aufstellen lassen, innerhalb derer in der weitaus überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine Desinfektion der Häute und Felle gelingt; eine Vernichtung an den 3 näher untersuchten Fell- und Hautarten trat nämlich ein

durch 1%ige Salzsäure bei 40°

in längstens 9 Stunden . . . . 56 mal
nicht in 9 Stunden . . . . 17 mal;

durch 2%ige Salzsäure bei 20°

in längstens 24 Stunden . . . . . 55 mal
nicht in 24 Stunden . . . . 6 mal;

durch 2%ige Salzsäure bei 40°

in längstens 6 Stunden . . . . 63 mal
nicht in 6 Stunden . . . . 3 mal.

Die Desinfektionswirkung 1%iger Salzsäure mit 10% Kochsalz bei 40° erwies sich somit bei der hier gewählten Versuchsanordnung etwas geringer als in den Versuchen von Gegenbauer und Reichel.

Es ergibt sich ferner aus der Zusammenstellung, daß Rinderhautstücke trotz ihrer Stärke keine längere Einwirkungszeit nötig machen, als Schaf- und Ziegenfelle, daß im Gegenteil die keimtötende Kraft 1%iger Salzsäure bei 40° bei ihnen stärker zur Geltung kommt, als gegenüber den genannten Fellarten.

Bei der eventuellen Einführung des Pickelverfahrens für die Desinfektion milzbrandverdächtiger Häute und Felle wird man aber einen gewissen Sicherheitszuschlag zu den hier als durchschnittlich ausreichend befundenen Einwirkungszeiten zuzugeben haben.

Nachdem durch die Arbeiten von Kohnstein, Schattenfroh, Gegenbauer und Reichel die Unschädlichkeit des Pickelverfahrens für Schaf- und Ziegenfelle festgestellt ist, wird noch zu erweisen sein, daß dadurch auch die Verarbeitbarkeit der Rinderhäute auf die verschiedenen Lederarten nicht beeinträchtigt wird.

Zusammenfassung.

1. Ein Teil der Salzsäure wird durch die Bestandteile der Haut der Lösung entzogen, so daß schon kurze Zeit nach dem Einlegen der Häute und Felle die Salzsäurelösung eine nicht unbeträchtliche Verminderung ihres Gehalts erfährt.

Ein Teil der gebundenen Säure wird von der Hautsubstanz bei der Titration wieder abgegeben, ein beträchtlicher Teil aber kann dabei nicht wiedergefunden werden.

Der Säureverlust ist bei 40° etwas schwächer als bei 20°, in Salzsäure mit einem Zusatz von 10% Kochsalz stärker als in reiner Salzsäurelösung.

Zur Kompensation dieses Säureverlusts ist die Mehrzugabe von 5 % Chlorwasserstoffsäure zur Pickelflüssigkeit auf das Felltrockengewicht berechnet im Durchschnitt ausreichend. Es empfiehlt sich aber, eine Stunde nach dem Einbringen der Felle in die Pickelflüssigkeit den Gehalt der Lösung an freier Säure festzustellen und einen stärkeren Verlust durch Zugabe konzentrierter Salzsäure auszugleichen.

Diese Ergebnisse stehen im wesentlichen in Übereinstimmung mit den Befunden von Gegenbauer und Reichel.

2. Die von Schattenfroh, Gegenbauer und Reichel auf Grund ihrer Versuche an Ziegen- und Schaffellen zur Desinfektion milzbrandinfizierter Felle empfohlene Verwendung von Salzsäure-Kochsalzlösungen wurde an Stücken aus 6 verschiedenen Rinderhäuten und je einem Schaf- und Ziegenfell geprüft. Die 6 Rinder waren natürlichen, die Ziege und das Schaf künstlichen Milzbrandinfektionen erlegen. Die Hautpartien wurden in feuchtem, gepökeltem und getrocknetem Zustand der Behandlung unterzogen.

3. Die Rinderhäute erwiesen sich als nicht schwerer desinfizierbar als das Schaf- und Ziegenfell.

Zum Nachweis überlebender Keime wurde das von Reichel empfohlene Ausstreichen größerer Mengen Material auf mehreren Agarplatten angewandt. Es sollten aber nicht nur die an der Oberfläche der Haut- und Fellstückchen sitzenden Keime festgestellt werden, sondern es wurde versucht, durch Herstellung einer möglichst feinen Emulsion aus den Hautstückchen auch Keime zum Nachweis zu bringen, die mehr in der Tiefe der Gewebe sitzen.

4. In mehreren Versuchsreihen wurden die äußeren Hautschichten, das Corium und die inneren anhaftenden Gewebspartien getrennt verarbeitet. Das Corium wurde dabei in den meisten Fällen dann frei von Milzbrandsporen gefunden, wenn es auch die Epidermis und die an der Fleischseite anhaftenden Gewebsschichten waren. Mit besonders schwer zu vernichtenden, tief sitzenden Milzbrandsporennestern braucht daher nicht gerechnet zu werden.

5. Schattenfroh hatte eine sechsstündige Einwirkung 1 %iger Salzsäure mit 10 % Kochsalz bei 40° oder eine 48stündige Behandlung mit 2 %iger Salzsäure und dem gleichen Kochsalzzusatz bei 20° als ziemlich gleichwertig empfohlen; er gibt aber für die praktische Anwendung des Pickelverfahrens der ersteren Modifikation den Vorzug.

Außer diesen beiden Behandlungsverfahren wurde in diesen Versuchen auch die Wirkung 2 %iger Salzsäure mit 10 % Kochsalz bei 40° und die 1 %iger Säure mit gleichem Zusatz bei 20° geprüft.

6. Völlig übereinstimmende Resultate wurden nicht erhalten; eine bestimmte Zeit, innerhalb derer in jedem Falle die Desinfektion erreicht wird, kann nicht angegeben werden. Die zur Abtötung der Milzbrandsporen an und in den Hautstücken erforderliche Stundenzahl schwankte vielmehr um ein mehrfaches.

Es lassen sich aber aus den Versuchen sehr wohl bestimmte Minimalzeiten ableiten, innerhalb derer in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine Desinfektion erreicht wird. Man wird sich daher bei der eventuellen praktischen Ein-

führung des Pickelverfahrens, wie auch sonst vielfach bei Desinfektionsmaßnahmen, mit diesem relativen Erfolg — unter Zufügung eines Sicherheitszuschlags — begnügen müssen.

7. Als sehr wohl brauchbar erwies sich die Behandlung der Felle und Häute mit 1- und 2%iger Salzsäure bei 40° und mit 2%iger Säure bei 20°, je mit einem Zusatz von 10% Kochsalz. Die Verwendung 1%iger Salzsäure bei 20° kann wegen der langen zur Desinfektion nötigen Einwirkungszeit nicht empfohlen werden.

8. Ob und inwieweit die Pickelung die Verarbeitbarkeit der Rinderhäute zu den verschiedenen Arten von Leder beeinflußt, wurde in diesen Versuchen nicht festgestellt.

Nachtrag.

Seit der Drucklegung dieser Arbeit erschienen einige weitere Untersuchungen über die Desinfektion milzbrandiger Häute und Felle durch Salzsäure-Kochsalzlösungen.

Ševčiks[1]) Versuche sind mit Lösungen angestellt, die nur 0,4 bezw. 0,8% Gewichtsprozent Chlorwasserstoffsäure enthielten; sie führten zu ungünstigen Ergebnissen. Infolge ihres zu geringen Salzsäuregehalts sind sie mit den Angaben von Schattenfroh, Gegenbauer und Reichel (s. o.) nicht vergleichbar.

Hilgermann und Marmann[2]) fanden Milzbrandsporen an je einem Fellstückchen durch 2%ige Salzsäure bei Zimmertemperatur in 18, durch 1%ige Säure bei 40° in 5 Stunden abgetötet.

[1]) Ševčik, Zeitschr. f. Infektionskrankheiten, parasitäre Krankheiten und Hygiene der Haustiere, Bd. 13, 323 und 439 (1913).

[2]) Hilgermann und Marmann, Archiv f. Hygiene, Bd. 79, 168 (1913).

Studien über Formaldehyd.

IV. Mitteilung[1]).

Die Dämpfe von Formaldehyd und seinen Polymeren.

Von

Dr. Friedrich Auerbach,

Regierungsrat im Kaiserlichen Gesundheitsamte,

nach Versuchen von **Dr. Ing. Werner Plüddemann,**

früherem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Während die Natur der wässerigen Lösungen von Formaldehyd und die seiner festen Polymeren durch frühere Untersuchungen[2]) weitgehend aufgeklärt ist, besteht über den Zustand der Dämpfe dieser Lösungen und Stoffe noch einige Unklarheit. Einerseits wird vielfach angenommen, daß Formaldehyddämpfe, wie sie z. B. bei der Verdampfung wässeriger Formaldehydlösung für Desinfektionszwecke entstehen, sich leicht ohne weiteres „polymerisieren" können. Ein Beweis hierfür ist aber niemals erbracht worden; vielmehr muß man die Entstehung von festen Polymeren des Formaldehyds bei solchen Gelegenheiten in der Weise deuten, daß sich aus den Dämpfen zunächst ein Tau von wässeriger Formaldehydlösung auf den Wänden und Gegenständen niederschlägt, der dann bei der Verdunstung des Wassers Paraformaldehyd zurückläßt.

Anderseits wird bei der Verwendung von festen Polymeren des Formaldehyds für Desinfektionszwecke häufig von der Annahme ausgegangen, daß eine Vergasung dieser Stoffe mit ihrer Depolymerisation zu einfachem Formaldehyd identisch sei. Schon bei früherer Gelegenheit ist darauf hingewiesen worden[3]), daß auch diese An-

---

[1]) I. Mitteilung: Formaldehyd in wässeriger Lösung. Von Fr. Auerbach, z. T. gemeinsam mit H. Barschall. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 22, S. 584 (1905); gesondert bei Julius Springer, Berlin, 1905.

II. Mitteilung: Die festen Polymeren des Formaldehyds. Von Fr. Auerbach und H. Barschall. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 27, S. 183 (1907); gesondert bei Julius Springer, Berlin, 1907.

III. Mitteilung: Über den Verlust an Formaldehyd bei der Desinfektion mit Autan. Von Fr. Auerbach und W. Plüddemann. Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 30, S. 195 (1909).

[2]) I. und II. Mitteilung.

[3]) III. Mitteilung, S. 196.

nahme nicht ohne weiteres begründet ist und daß man einen Fehlschluß begehen würde, wollte man die vergaste Menge der Polymeren völlig als desinfektorisch wirksamen einfachen Formaldehyddampf in Rechnung stellen.

Bei der näheren Untersuchung des Paraformaldehyds und der verschiedenen Polyoxymethylene hatte sich aus Dampfdichtemessungen ergeben[1]), daß bei Temperaturen um 200° Paraformaldehyd, α- und β-Polyoxymethylen vorwiegend einfache Formaldehyddämpfe vom Molekulargewicht 30, γ-Polyoxymethylen und in noch höherem Grade δ-Polyoxymethylen aber polymere Dämpfe (Molekulargewicht 40 bis 60 und 190 bis 240) abgeben. (Von dem schön kristallisierten, in Wasser und Äther leicht löslichen α-Trioxymethylen, das in Lösung und in Dampfform stets die dreifache Molekulargröße des Formaldehyds, 90, zeigt, soll hier abgesehen werden)[2]). Aber für die erstgenannten drei Polymeren beschränkt sich die Eigenschaft, einfache Formaldehyddämpfe zu erzeugen, nur auf hohe Temperaturen. Dies wurde aus der Gegenüberstellung folgender Messungsergebnisse gefolgert:

ihrem Dampfdruck bei Zimmertemperatur,
ihrer Löslichkeit in Wasser bei Zimmertemperatur,
dem Formaldehyd-Partialdruck wässeriger Formaldehydlösungen bei Zimmertemperatur.

Um zunächst das α-Polyoxymethylen herauszugreifen, so wurde dessen Löslichkeit in Wasser bei 25° zu 11,1 g CH_2O in 100 ccm gefunden[3]). Sättigung der Lösung stellte sich dabei erst im Laufe von Monaten ein, was auf die Langsamkeit der Depolymerisation und Hydratation der ursprünglichen Molekeln des festen Stoffes zurückgeführt wurde. Die schließlich erzielte Lösung unterscheidet sich in nichts von der aus Formaldehydgas hergestellten Lösung gleicher Konzentration. Nun besitzt eine derartige Formaldehydlösung bei 18° einen Formaldehyd-Partialdruck von etwa 0,2 mm Hg[4]), der auch bei 25° nur unwesentlich höher, also etwa zwischen 0,2 und 0,3 mm Hg, liegen wird. Eine 11%ige Formaldehydlösung ist also bei 25° einerseits im Gleichgewicht mit festem α-Polyoxymethylen, anderseits mit gasförmigem Formaldehyd vom Partialdruck 0,2 bis 0,3 mm: folglich müssen auch die beiden letztgenannten Phasen miteinander im Gleichgewicht sein, d. h. der Gleichgewichtsdruck von einfachem Formaldehydgas über festem α-Polyoxymethylen kann nur einen Bruchteil eines Millimeter Hg erreichen. Bei den tensimetrischen Dampfdruckmessungen über α-Polyoxymethylen im Vakuum wurden aber weit höhere Gesamtdrucke beobachtet[5]). Bei 25° stiegen diese Drucke im Laufe einiger Monate auf fast 7 mm an, ohne daß dabei das Gleichgewicht schon als erreicht gelten konnte. Von diesen 7 mm Gesamtdruck kann also höchstens ein kleiner, 0,2—0,3 mm entsprechender Bruchteil auf einfachen Formaldehyd zurückgeführt werden; die Hauptmenge des Dampfes muß danach aus anderen Molekelarten, wofür nur Polymere des Formaldehyds in Betracht

---

1) II. Mitteilung, S. 229, Sonderabdr. S. 47.
2) II. Mitteilung, S. 220, Sonderabdr. S. 38.
3) II. Mitteilung, S. 192, Sonderabdr. S. 10.
4) I. Mitteilung, S. 626, Sonderabdr. S. 43.
5) II. Mitteilung, S. 198, Sonderabdr. S. 16.

kommen, bestehen. Die äußerst langsame Einstellung dieses Gesamtdruckes ist mit Rücksicht auf die im allgemeinen sehr schnell verlaufende Ausbildung heterogener Gleichgewichte auf eine langsame Veränderung innerhalb des Dampfes selbst zurückzuführen; da sie mit einer allmählichen Drucksteigerung verbunden ist, so wird diese Veränderung wahrscheinlich in einer Depolymerisation bestehen, somit werden die unmittelbar aus α-Polyoxymethylen bei 25° entstehenden Dämpfe in noch höherem Grade polymer sein.

Ähnlich verhält es sich mit β-Polyoxymethylen. Seine Löslichkeit in Wasser erreicht bei 25° nach mehrmonatigem Schütteln nur 4 g CH_2O in 100 ccm[1]), was einem Formaldehyd-Partialdruck von 0,1 bis 0,2 mm Hg entspricht. Der Gesamtdampfdruck über β-Polyoxymethylen im Vakuum stieg aber im Laufe einiger Monate bis auf etwa 25 mm an[2]), ohne daß dabei ein Gleichgewichtszustand erreicht worden wäre. Auch hier kann also wieder nur ein sehr kleiner Teil des Dampfes aus einfachem Formaldehyd bestehen.

Mit Paraformaldehyd sind wegen seines Wassergehaltes Tensionsmessungen nicht angestellt worden; da er aber nach unseren früheren Untersuchungen[3]) sich von α-Polyoxymethylen im wesentlichen nur durch seine amorphe Beschaffenheit und den Gehalt an Adsorptionswasser unterscheidet, so dürften die über den Zustand der Dämpfe von α-Polyoxymethylen gezogenen Schlußfolgerungen auch für Paraformaldehyd zutreffen.

So folgt also schon aus diesen älteren Versuchen, daß die Dämpfe von Paraformaldehyd, α- und β-Polyoxymethylen, die um 200° das Molekulargewicht des einfachen Formaldehyds besitzen, bei Zimmertemperatur noch zum weitaus größten Teile aus polymeren Molekeln bestehen. Es schien aber erwünscht, hierfür eine unmittelbare experimentelle Bestätigung zu gewinnen.

Die Versuche dazu erwiesen sich als äußerst mühevoll und zeitraubend. Sie wurden nach zwei grundsätzlich verschiedenen Verfahren, einem statischen und einem dynamischen, angestellt, von denen aber nur das letztere schließlich zum Erfolge führte. Im nachfolgenden sollen daher nur die bemerkenswertesten Stufen der eingeschlagenen Wege kurz beschrieben werden.

Statische Versuche.

Die Verfahren, die bei höheren Temperaturen zur Dampfdichtebestimmung benutzt werden, konnten hier nicht in Frage kommen; denn sie beruhen immer auf der vollständigen Verdampfung der eingebrachten Substanzmenge. Bei Zimmertemperatur verläuft aber die Dampfabgabe der Formaldehydpolymeren so langsam und in so geringem Betrage, daß auch bei Anwendung großer Dampfräume und kleiner Substanzmengen nicht mit Sicherheit auf völlige Verdampfung gerechnet werden konnte. Man mußte sich daher mit einer unvollständigen Verdampfung begnügen und versuchen, die verdampfte Menge durch Rückwägung der Substanz nach der Messung zu bestimmen. Da außerdem noch der Druck und das Volumen des Dampfes

---

[1]) II. Mitteilung, S. 203, Sonderabdr. S. 21.

[2]) II. Mitteilung, S. 205, Sonderabdr. S. 23.

[3]) II. Mitteilung, S. 186 u. 201, Sonderabdr. S. 4 u. 19.

bekannt sein müssen, so wurde für die Messungen eine etwas abgeänderte Form der früher für die Dampfdruckmessungen benutzten einseitigen Tensimeter[1]) konstruiert, die hier kurz beschrieben sei, weil sie vielleicht für andere Zwecke brauchbar ist, wenn sie auch im vorliegenden Falle nicht zum Ziele führte.

Die Abänderung bestand darin, daß

1. der Dampfraum möglichst groß gewählt und sein Volumen genau bestimmt wurde,
2. das Tensimeter nicht zugeschmolzen, sondern mit Quecksilberverschlüssen versehen wurde, um ein bequemes Ein- und Ausbringen der Substanz und die Anstellung mehrerer Bestimmungen hintereinander ohne jeweils erneute Volumenmessung zu ermöglichen.

Der Apparat erhielt dadurch die in Fig. 1 wiedergegebene Form, die ohne weitere Erläuterung verständlich ist. Die Teilung des Hauptdampfraums in zwei Kugeln diente nur zur Handlichkeit. Das Volumen des Dampfraums betrug etwa 250 ccm; es wurde durch Wägung des einmal vollständig bis zu dem Hahn, sodann nur bis zu einigen bestimmten Punkten der Skala mit Quecksilber gefüllten Apparates genau festgestellt. Aus den für die einzelnen Skalenpunkte berechneten Volumenwerten wurde das Volumen für jeden beliebigen Quecksilberstand innerhalb der Skala durch graphische Interpolation ermittelt. Der Apparat konnte an geeignet gebogenen Glasstäben in einen mit Glaswänden versehenen Wasserthermostaten eingehängt werden. Die Niveaudifferenz des Quecksilbers in den beiden Schenkeln wurde dann gegen eine hinter dem Thermostaten angebrachte Lichtquelle mit einem genauen Kathetometer abgelesen. Die ausreichende Dichtung der Verschlüsse zeigte sich dadurch, daß nach Evakuierung des Tensimeters ohne Substanz an der Sprengelpumpe der Quecksilberstand tagelang unverändert blieb; doch war es erforderlich, auch in das seitliche Ansatzrohr außerhalb des Hahnes noch Quecksilber zu bringen, dieses Rohr mit einem Gummistopfen zu verschließen und gegen das Eindringen von Wasser aus dem Thermostaten durch einen übergezogenen paraffinierten Gummischlauch zu schützen.

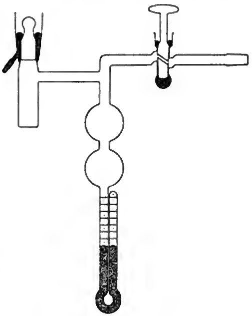


Fig. 1.

Die Versuche selbst wurden in folgender Weise angestellt: Das sorgfältig gereinigte, mit der erforderlichen Menge reinen Quecksilbers in bekannter Weise beschickte Tensimeter wurde zur Trocknung mehrmals an der Sprengelpumpe evakuiert und dann jeweils wieder mit Luft gefüllt, die vorher über eine lange Schicht von

[1]) II. Mitteilung, S. 196, Sonderabdr. S. 14.

Phosphorpentoxyd streichen mußte. (In einigen Fällen wurde zur Trocknung der leere Apparat in einem Luftbade erhitzt, während er von trockener Luft durchströmt wurde.) Sodann wurde das Wägeröhrchen mit der gewogenen Substanz eingeführt, der Apparat verschlossen und wiederum evakuiert, während sich der das Wägeröhrchen enthaltende Ansatz in einem Kältebad befand. Anfangs wurde hierzu ein Gemisch von festem Kohlendioxyd und Äther verwendet; besondere Versuche zeigten aber, daß bei α- und β-Polyoxymethylen während der zum Evakuieren erforderlichen Zeit auch in einem Eis-Salzgemisch oder selbst in Eis allein kein Gewichtsverlust durch Verdampfen eintrat. Nach beendeter Evakuierung wurde die etwaige Niveaudifferenz der beiden Quecksilbersäulen, die sogenannte Luftkorrektur, mit dem Kathetometer abgelesen und sodann der völlig abgedichtete Apparat in den Thermostaten von 25° oder 37,5° gebracht. Der sich einstellende Druck wurde während einiger Stunden oder Tage kathetometrisch verfolgt, dann nach Beseitigung der Quecksilberverschlüsse wieder P_2O_5-trockene Luft in den Apparat einströmen gelassen, das Wägeröhrchen entnommen und zurückgewogen.

Das Ergebnis dieser Versuche, die mit verschiedenen Proben von α- und β-Polyoxymethylen bei 25° und 37,5° vorgenommen wurden, war nun durchaus unbrauchbar. Zwar stellte sich regelmäßig innerhalb weniger Stunden ein Druck von einigen (meist 2 bis 4) mm Hg ein, der im Laufe mehrerer Tage sich nur unwesentlich änderte, aber die entsprechende Gewichtsabnahme der Substanz war entweder überhaupt unmerklich oder so gering — 1 bis 2 mg —, daß zweifellos der Druck nicht ausschließlich auf die verdampfte Substanzmenge zurückgeführt werden konnte; es mußte noch eine Fehlerquelle vorliegen. Da Wasserdampf, wie auch die blinden Versuche erwiesen, weitgehend ausgeschlossen war, so ist als wahrscheinlichste Ursache des Fehlers die Adsorption von Luft an der feinpulvrigen, nur undeutlich kristallinischen Substanz anzusehen. Während des Evakuierens wird diese Luftmenge aus der dabei abgekühlten Substanz nur unvollkommen abgesaugt, entweicht aber dann beim Erwärmen im Thermostaten und gibt so zur Druckausbildung Veranlassung. Beim Einströmenlassen von Luft in den Apparat vor dem Zurückwägen der Substanz wird wieder Luft adsorbiert, so daß, wenn überhaupt ein Gewichtsverlust zu beobachten ist, dieser noch kleiner sein kann, als der Verdampfung von mitgewogener Luft entspricht.

Mit Rücksicht auf die geringe Verdampfungsgeschwindigkeit der Polyoxymethylene war daran gedacht worden, durch Vergrößerung der dem Vakuum ausgesetzten Substanzmenge rascher zu einer merklichen Verdampfung zu gelangen. Herr Kollege Dr. Br. Mylius, damals wissenschaftlicher Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte, hat sich längere Zeit mit dahingehenden Versuchen beschäftigt. Zu diesem Zweck wurde das Wägeröhrchen durch ein kleines gläsernes Gestell ersetzt, das übereinander 5 Schälchen für die Substanz trug und in den entsprechend vergrößerten Behälter des Tensimeters eingeführt wurde. Die Ergebnisse blieben aber ungeändert, indem offenbar die größere Substanzoberfläche auch den Fehler der Adsorption von Luft entsprechend vergrößerte.

Die statischen Versuche wurden daher aufgegeben.

Dynamische Versuche.

Da die Formaldehydpolymeren bei mäßigen Temperaturen nur so wenig Dampf abgeben, erschien es aussichtsvoller, die jeweils gebildete Dampfmenge durch einen indifferenten Gasstrom dauernd fortzuführen und alsdann, wenn möglich, die verschiedenen Anteile des Dampfes durch chemische oder physikalische Verfahren voneinander zu trennen und als polymer oder einfach zu kennzeichnen.

Zur ersten Orientierung wurden einige Versuche in der Weise angestellt, daß ein trockener Luftstrom durch ein Glasrohr über die in einem Schiffchen befindliche gewogene Substanz — α- oder β-Polyoxymethylen — und sodann in mit Wasser beschickte Vorlagen geleitet wurde. Bestanden die Dämpfe völlig aus einfachem Formaldehyd, so mußte dieser, der sich in Wasser mit großer Energie löst, in der Vorlage verbleiben, und die Titration der wässerigen Lösung mußte einen der verdampften Polyoxymethylenmenge entsprechenden Formaldehydgehalt ergeben. In der Tat wurde aber in der Vorlage stets erheblich weniger Formaldehyd gefunden, als der Gewichtsverlust des Schiffchens betrug. Daß der Fehlbetrag mindestens zum Teil auf polymere Dämpfe zurückzuführen war, zeigte sich deutlich bei einem Versuch der Verdampfung von β-Polyoxymethylen bei 40°; hier konnte auf dem Wege von dem 40° warmen Wasserbade, in dem die Verdampfung im Luftstrome vor sich ging, bis zur Vorlage und in der Vorlage selbst ein weißer Anflug beobachtet werden, der sich zweifellos aus den dampfförmig verflüchtigten Polymeren unmittelbar wieder kondensiert und wegen seiner Schwerlöslichkeit zum Teil auch in der wässerigen Vorlage erhalten hatte. Durch Abtrennung und Analyse von Lösung und Kondensat ergab sich, daß etwa 50% der verdampften Menge in Form von einfachem Formaldehyd, etwa 40% in Form von sulfitlöslichen Polyoxymethylenen wiedergefunden wurden. Zu einer quantitativen Trennung der einfachen und polymeren Anteile des Dampfes konnte aber dieses Verfahren nicht führen; denn auch die Polyoxymethylene sind mehr oder weniger in Wasser löslich, unter teilweiser Aufspaltung zu einfachem Formaldehyd. Es war also damit zu rechnen, daß auch der in der Vorlage gefundene Formaldehyd mindestens zum Teil ursprünglich polymerer Dampf gewesen ist, der erst durch die Berührung mit Wasser aufgespalten wurde.

Zweckmäßiger mußte es daher sein, aus den Dämpfen zunächst die Polymeren durch Kondensation mittels Kühlung möglichst vollständig abzuscheiden und erst den dann noch verbleibenden einfachen Formaldehyd in Wasser aufzufangen. Nach dieser Richtung wurden nunmehr die Versuche mit Erfolg fortgesetzt.

Um ihnen aber Beweiskraft zu verleihen, mußte zunächst die Frage entschieden werden, ob die kondensierten Polymeren wirklich unmittelbar aus den angewandten Polyoxymethylenen stammen oder nicht vielleicht erst im Gasraum durch Polymerisation aus einfachem Formaldehydgas bei der Versuchstemperatur gebildet worden sind. Daß bei höheren Temperaturen und Konzentrationen, z. B. in den reinen Dämpfen von β-Polyoxymethylen bei Temperaturen über 200°, langsame Polymerisation von Formaldehydgas vorkommt, hatte sich aus früheren Beobachtungen ergeben[1]). Bei

[1]) II. Mitteilung, S. 204, Sonderabdr. S. 22.

niederer Temperatur war aber eine solche unwahrscheinlich. Es mußte daher durch Versuche geprüft werden, wie sich Formaldehydgas in dieser Beziehung verhält.

Darstellung von trockenem einfachem Formaldehyddampf.

Die Aufgabe, reinen, von Wasserdampf und von Polymeren freien, wenn auch mit anderen Gasen verdünnten Formaldehyddampf zu erzeugen, erwies sich als recht schwierig. Aus wässeriger Formaldehydlösung ist Formaldehydgas nur gleichzeitig mit Wasserdampf auszutreiben, und zwar ist bei Zimmertemperatur der Formaldehydpartialdruck der Lösung so gering (höchstens 0,4 mm Hg)[1]), daß ein durch die Formaldehydlösung durchgeleitetes Gas 50 bis 100 mal so viel Wasserdampf wie Formaldehyd mitnimmt. Selbst beim Sieden beträgt der Formaldehydgehalt des Dampfes noch weniger als der der Lösung[2]), und außerdem sind in diesem Falle die Wassermengen so groß, daß an ihre Abtrennung nicht zu denken ist. Versucht man, aus einem Luftstrom, den man etwa bei Zimmertemperatur durch eine wässerige Formaldehydlösung geleitet und dadurch mit Wasserdampf und Formaldehyd beladen hat, den Wasserdampf durch Ausfrieren zu entfernen, so schlägt sich mit dem Eis auch der weitaus größte Teil des Formaldehyds nieder und man behält nur Spuren davon in dem Gasstrom zurück.

Leitet man einen mit etwas Wasserdampf und Formaldehyd beladenen Gasstrom durch konzentrierte Schwefelsäure, so wird der Formaldehyd trotz seiner großen Verdünnung völlig durch die Schwefelsäure zersetzt. Aussichtsreicher erschien die Verwendung von Chlorcalcium zur Trocknung des Gasstromes, und wir haben viel Zeit und Mühe auf Versuche damit verwendet, bis es sich herausstellte, daß auch dieses Verfahren nicht brauchbar ist. Das Chlorcalcium absorbiert nämlich neben dem Wasser auch einen Teil des Formaldehyds. Man kann dies deutlich daran erkennen, daß ein mit etwas Formaldehyd-Wasserdampf beladener Luftstrom, der durch ein frisch beschicktes Chlorcalciumrohr hindurchgeleitet wird, eine Zeitlang formaldehydfrei aus diesem austritt. Erst nach einiger Zeit enthält der getrocknete Gasstrom wieder Formaldehyd, aber nunmehr nicht frei von Polymeren. Die Ursache dafür ist darin zu suchen, daß sich der im Chlorcalcium absorbierte Formaldehyd durch Entziehung des Wassers aus der zunächst gebildeten Lösung bald polymerisiert und im weiteren Verlaufe des Luftdurchleitens die so gebildeten Polymeren verdampfen. Ehe diese Fehlerquelle erkannt wurde, gab sie zu einer ganzen Reihe von Fehlschlüssen Veranlassung.

Hatte sich somit die Darstellung von wasserfreiem Formaldehyddampf aus wässerigen Lösungen nicht durchführbar gezeigt, so bot sich ein anderer Ausgangsstoff in dem festen Polymeren α-Polyoxymethylen. Die Dampfdichtemessungen dieses Stoffes[3]) hatten ergeben, daß bei Temperaturen um 200° sein Dampf ein Molekulargewicht von wenig mehr als 30 besitzt, also der Hauptsache nach aus einfachem Formaldehyd besteht. Um diesen gleich in der gewünschten Verdünnung zu erhalten,

[1]) I. Mitteilung, S. 626, Sonderabdr. S. 43.
[2]) I. Mitteilung, S. 612, Sonderabdr. S. 29 ff.
[3]) II. Mitteilung, S. 194, Sonderabdr. S. 12.

ist es zweckmäßig, das α-Polyoxymethylen bei niedrigerer Temperatur in einem Gasstrom zu verdampfen und das Gasgemisch erst dann auf die Temperatur zu erwärmen, bei der nach den früheren Erfahrungen ein weitgehender Zerfall der polymeren Molekeln in einfache eintritt. Um den dann noch vorhandenen Rest an polymeren Molekeln zu entfernen, mußte der Gasstrom nunmehr auf so tiefe Temperatur abgekühlt werden, daß sich die Polymeren praktisch vollständig kondensierten: erst hinter dieser Kühlvorrichtung konnte man praktisch reinen, von Wasserdampf und von Polymeren freien, verdünnten Formaldehyddampf erwarten.

Bei den Versuchen stellte sich bald heraus, daß Luft als mitführendes Gas ungeeignet ist. Bei den hohen zur Aufspaltung angewandten Temperaturen wird durch den Sauerstoff ein erheblicher Teil des Formaldehyds zu Ameisensäure oxydiert. Es wurde daher ein Stickstoffstrom benutzt, der mittels alkalischer Hydrosulfitlösung und glühender Kupferspiralen möglichst vollständig von Sauerstoff befreit war. Selbstverständlich mußte auch Feuchtigkeit ausgeschlossen sein, da sich sonst etwas Wasser in den Kühlrohren niederschlug und den Formaldehyd zurückhielt. Auch im Stickstoffstrome durfte die Erhitzung nicht zu hoch getrieben werden, weil gegen 300° der größte Teil des Formaldehyds sich unter Kohleabscheidung zersetzt; am geeignetsten erwies sich eine Temperatur von 220° bis 230°. Um die Aufspaltung der Polymeren möglichst weit zu treiben, durfte die Zeit, während der die Dämpfe dieser Temperatur ausgesetzt waren, nicht zu kurz bemessen werden. Dies wurde einerseits durch einen ziemlich langsamen Gasstrom, anderseits durch eine recht lange und enge Glasspirale erreicht, die in einem Metallbade auf 230° erhitzt wurde. Immerhin blieb auch unter diesen Umständen ein erheblicher Teil des Dampfes noch in polymerem Zustande, so daß sich in dem an die Erhitzungsspirale anschließenden Kühlrohr eine entsprechende Menge von Polyoxymethylen abschied. Um diese Abscheidung möglichst vollständig zu machen, wurde als Kühlrohr ein U-Rohr benutzt, das in ein Kältebad von —25° bis —30° tauchte. Zwar liegt bei —21° bereits der Kondensationspunkt von reinem Formaldehydgas zu flüssigem Formaldehyd, aber da es sich um sehr verdünntes Formaldehydgas handelte, war seine Verflüssigung keinesfalls zu erwarten. Anderseits mußte damit gerechnet werden, daß eine absolut vollständige Kondensation der polymeren Molekeln durch das Kältebad nicht zu erreichen ist; denn wenn auch die Dampftension der festen Polyoxymethylene bei —25° zu vernachlässigen sein wird, so ist doch ihre Abscheidung aus dem Dampfzustande eine langsam verlaufende heterogene Reaktion. War der Gasstrom zu schnell, so konnte man deutlich beobachten, daß die Abscheidung der Polymeren sich bis in den aufsteigenden Schenkel des U-Rohres erstreckt hatte, somit konnten auch bei langsamerem Gasstrome immer noch Spuren sich der Kondensation entziehen. Die Verdampfung des α-Polyoxymethylens wurde bei 60° vorgenommen und der Stickstoffstrom so eingestellt, daß im Laufe der Versuchsdauer — 4½ Stunden — nur einige Milligramme verdampften.

Prüfung von verdünntem Formaldehydgas auf spontanes Polymerisationsvermögen.

Der so gewonnene, mit Stickstoff stark verdünnte Strom von praktisch reinem Formaldehydgas wurde nun zur Prüfung auf sein spontanes Polymerisationsvermögen

durch eine zweite Glasspirale geleitet, die in einem Wasserbade beliebig erwärmt werden konnte, darauf zur Abscheidung der etwa dabei entstandenen Polymeren in ein zweites Kältebad von -25^0 bis -30^0 und schließlich zur Auffangung des einfachen Formaldehyds in Wasser.

Der Versuchsapparat gewann so die in Fig. 2 angedeutete Form. Er war von dem zur Aufnahme des Schiffchens bestimmten Rohr bis zu den wässerigen Vorlagen aus Glas zu einem Stück zusammengeblasen und wurde vor Beginn des Versuches scharf getrocknet, und zwar durch längeres Erhitzen aller Teile mit einem starken Gasbrenner, während ein sorgfältig getrockneter Luftstrom hindurchstrich. Der für die Versuche selbst benutzte Stickstoffstrom wurde, wie erwähnt, von Sauerstoff möglichst befreit, ebenfalls sorgfältig getrocknet und so eingestellt, daß durch die letzte Waschflasche etwa 30 bis 40 Blasen in der Minute hindurchgingen.

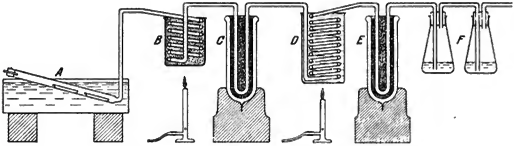


Fig. 2.

A ist eine Glaswanne, deren Wasserfüllung durch ständigen Zufluß von geeignet temperiertem Wasser dauernd auf etwa 60^0 gehalten wurde; der Abfluß erfolgte durch einen automatischen Heber, desgleichen der Zufluß des warmen Wassers aus einem Warmwasserbehälter, der seinerseits mittels einer Mariotteschen Flasche von konstantem Wasserspiegel ständig nachgefüllt wurde.

Das α-Polyoxymethylen wurde in einem oder zwei Porzellanschiffchen in das Glasrohr eingeführt und vor dem Versuche gewogen, um die verdampfte Menge feststellen zu können.

B ist das zur Depolymerisation der Dämpfe bestimmte Heizbad, ein Becher mit Woodschem Metall, in dem die Glasspirale auf 220^0 bis 230^0 erhitzt wurde.

C ist ein Vakuumkühlgefäß mit einer Kältemischung aus 13 Gewichtsteilen NH_4Cl, 37,5 Gewichtsteilen $NaNO_3$ und 100 Gewichtsteilen Eis, in dem dauernd -25^0 bis -30^0 beobachtet wurden; dadurch war die Abscheidung des in dem Dampfstrom noch vorhandenen Restes von Polymeren tunlichst gesichert.

D ist eine enge, dünnwandige, etwa 120 cm lange Glasspirale, die in einem mit Wasser gefüllten Becherglase auf die Versuchstemperatur, 20^0, 60^0 oder 100^0, erwärmt wurde; es war also dem sich nur langsam vorwärtsbewegenden Gasstrome reichlich Gelegenheit zu etwaiger spontaner Polymerisation gegeben, falls eine solche bei der Versuchstemperatur eintreten kann.

In dem sich anschließenden Kühlrohr E, das ebenso wie C in ein Kältebad von -25^0 bis -30^0 tauchte, hätten sich die etwa gebildeten Polymeren kondensieren

müssen, während der einfache Formaldehyddampf zu den wässerigen Vorlagen F weiterströmte.

Nach Beendigung des Versuches wurde der Inhalt der wässerigen Vorlagen nach der Jodmethode[1]) analysiert und damit die als einfacher Formaldehyd durchgegangene Dampfmenge ermittelt; der gesamte Formaldehyd wurde regelmäßig schon in der ersten der beiden wässerigen Vorlagen völlig absorbiert. Das Kühlrohr E wurde mit verdünnter Natronlauge ausgespült, wobei etwa vorhandene Polyoxymethylene als Formaldehyd in Lösung gehen, und diese Lösung ebenfalls nach der Jodmethode untersucht (wegen der hierbei einzuhaltenden Vorsichtsmaßregeln vergl. w. u. S. 127).

Auf diese Weise wurden folgende Ergebnisse erhalten:

Versuch Nr.	Versuchsdauer	Temperatur von D	Einfacher Formaldehyd in F	Formaldehyd-Polymere in E
50	4½ Std.	20°	5,9 mg	0,2 mg
51	4 „	60°	4,4 „	0,1 „
52	4½ „	100°	4,7 „	0,1 „

Es wurden also in allen drei Versuchen in dem Kühlrohr E nur Spuren von festen Polymeren kondensiert. Aber auch diese 0,1 bis 0,2 mg sind nicht durch freiwillige Polymerisation aus einfachem Formaldehyd entstanden zu denken, sondern entsprechen dem kleinen Rest von polymerem Dampf, der sich der Depolymerisation in B und der Kondensation in C entzogen hat. In dem Kühlrohr C waren stets 1 bis 3 mg solcher Polymeren, die sich der Depolymerisation in B entzogen hatten, wiederzufinden; daß daneben noch eine Spur dieser Dämpfe vom Gasstrom weitergeführt wird, ist nicht zu verwundern. Wurde die Geschwindigkeit des Stickstoffstromes gesteigert, so nahm auch dieser nicht kondensierte Rest der Polymeren zu, und es wurden dann im Kühlrohr E etwas größere Mengen von Polymeren gefunden, z. B. bei Versuch Nr. 49 0,5 mg neben 9,0 mg Formaldehyd in der wässerigen Vorlage: dies spricht eindeutig dafür, daß die Spuren von Polymeren in E nicht aus dem einfachen Formaldehyd entstanden sind, sonst hätten sie bei schnellerem Gasstrome abnehmen statt zunehmen müssen.

Das Endergebnis dieser Versuche ist der Nachweis, daß sich verdünntes, wasserfreies Formaldehydgas bei Temperaturen bis mindestens 100° von selbst nicht merklich polymerisiert.

Werden also in einem mit Verdampfungsprodukten von Polyoxymethylenen beladenen Gasstrome Polymere des Formaldehyds gefunden, so ist nunmehr der Schluß gesichert, daß diese Polymeren unmittelbar aus den Polyoxymethylenen entstanden sind.

Untersuchung der Dämpfe von α-Polyoxymethylen.

Als Versuchsanordnung für die Lösung der Hauptfrage nach dem Zustand der Dämpfe von α-Polyoxymethylen ergab sich nunmehr die in Fig. 3 dargestellte.

[1]) I. Mitteilung, S. 591, Sonderabdr. S. 8.

Nachdem vor Beginn des Versuches die ganze, aus Glas zu einem Stück zusammengeblasene Apparatur in der früher beschriebenen Weise peinlich getrocknet worden war, wurde das Verdampfungsrohr mit den Substanzschiffchen beschickt und ein sorgfältig getrockneter Luftstrom hindurchgeleitet. Da höhere Temperaturen als höchstens 100° nicht zur Anwendung kamen, konnte unbedenklich Luft an Stelle von Stickstoff als mitführendes Gas benutzt werden.

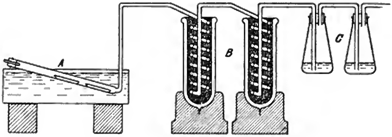


Fig. 3.

Der Teil A des Apparates entspricht genau dem bei den vorher beschriebenen Versuchen angewendeten. Das Wasser in der Glaswanne wurde durch geeignete Vorrichtungen auf der gewünschten Temperatur von 40°, 60° usw. erhalten. Die Schiffchen enthielten gewogene Mengen von α-Polyoxymethylen.

Der mit den Dämpfen beladene Luftstrom durchstrich dann zwei enge, dünnwandige Glasspiralen von je 120 cm Länge, die sich in den Vakuumkühlgefäßen B in Kältemischungen von —25° bis —30° befanden.

Die dort nicht kondensierten Anteile des Dampfes wurden in die wässerigen Vorlagen C gesaugt.

Der Luftstrom wurde auf etwa die gleiche Geschwindigkeit wie bei den vorher beschriebenen Versuchen eingestellt, so daß in der Versuchsdauer von 4½ Stunden bei 60° 3 bis 5 mg α-Polyoxymethylen verdampften.

Analytisches. Nach Schluß des Versuches wurden die Schiffchen mit α-Polyoxymethylen zurückgewogen, der Apparat zerschnitten und der Inhalt der einzelnen Spiralen und der wässerigen Vorlagen durch Analyse nach der Jodmethode ermittelt.

Der Gewichtsverlust der Schiffchen sollte annähernd mit den in den verschiedenen Vorlagen wiedergefundenen Mengen von einfachem und polymerem Formaldehyd übereinstimmen. Bei den ersten Versuchsreihen wurden indessen erhebliche Fehlbeträge beobachtet. Ein Teil dieser Fehlbeträge konnte darauf zurückgeführt werden, daß beim Herausnehmen der Schiffchen aus dem warmen Verdampfungsrohr und während ihrer Abkühlung im Exsikkator ein weiterer Gewichtsverlust durch Verdampfung eintritt. Durch besondere Versuche wurde dieser Verlust bei Einhaltung einer bestimmten Arbeitsweise z. B. für die Temperatur von 60° zu etwa 0,4 mg für jedes Schiffchen ermittelt; bei 40° betrug er weniger, bei höherer Temperatur naturgemäß mehr. Die Fehlbeträge waren aber zunächst wesentlich größer.

Es stellte sich dann heraus, daß bei der Analyse des Inhaltes der Spiralen besondere Vorsichtsmaßregeln eingehalten werden mußten. Da nach unseren früheren

Beobachtungen verdünnte Alkalilauge die Polyoxymethylene unter Depolymerisation rasch und vollständig auflöst, so waren wir anfangs in folgender Weise verfahren: die Spiralen wurden mit gemessenen Mengen 0,5 n NaOH ausgespült, mit Wasser nachgespült, zu der Lösung die voraussichtlich ausreichende Menge Jodlösung aus einer Burette zugegeben, nach einer Viertelstunde die Lösung angesäuert und mit Thiosulfat zurücktitriert. In dieser Arbeitsweise liegt aber, wie wir feststellten, eine erhebliche Fehlerquelle. Schon in der I. Mitteilung[1]) war bei Besprechung der Jodmethode die Reihenfolge des Zusatzes der Reagentien erörtert und darauf hingewiesen worden, daß auf keinen Fall Jodlösung und Alkali vor dem Formaldehydzusatz gemischt werden dürfen. Denn wirksam als Oxydationsmittel für Formaldehyd ist allein das aus Jod und Lauge unmittelbar entstehende Hypojodit, das sich sehr bald in Jodat und Jodid umwandelt:

$$3\,JO' \rightarrow JO_3' + 2J'.$$

Das entstandene Jodat ist ein schwächeres Oxydationsmittel als Hypojodit und vermag Formaldehyd nicht mehr zu oxydieren. Tritt also der Übergang eines erheblichen Teiles des Jods in die unwirksame Form ein, bevor aller Formaldehyd oxydiert ist, so kann trotz eines anfänglichen Jodüberschusses ein Teil des Formaldehyds der Oxydation und damit der Bestimmung entgehen. Dies trifft nun, wie wir fanden, nicht nur dann zu, wenn Jod und Lauge vor dem Zusatz des Formaldehyds gemischt werden, sondern auch, wenn zu dem Formaldehyd zuerst die Alkalilauge und dann erst das Jod in nicht zu großem Überschuß langsam zugegeben wird. Die verhältnismäßig starke Alkalität der Lösung unter diesen Umständen begünstigt den Zerfall des Hypojodits zu Jodat und Jodid, so daß diese Umsetzung neben der Oxydation eines Teiles des Formaldehyds schnell genug verläuft, um einen Teil des Jods unwirksam und somit bei ungenügendem Jodüberschuß die Analyse fehlerhaft zu machen. In ausgedehnten Versuchsreihen ergab sich, daß besonders bei langsamem Zutropfen des Jods in nur mäßigem Überschuß zu einer alkalischen Formaldehydlösung viel zu wenig Formaldehyd gefunden werden kann. Gibt man das Jod rasch auf einmal zu, so wird der Fehler etwas kleiner. Sicherer aber ist es, das Jod zu neutraler Lösung zuzusetzen und diese dann erst alkalisch zu machen. Selbst unter diesen Umständen, also bei der zeitlichen Reihenfolge: Formaldehyd, Jod, Natronlauge, darf der Jodüberschuß nicht zu gering gewählt werden, sondern sollte mindestens 50 % der verbrauchten Jodmenge betragen.

Im vorliegenden Falle mußten wir also die durch Auflösen der festen Polymeren mit 0,5 n NaOH erhaltene Lösung zunächst mit Säure neutralisieren und erst nach Zugabe des Jods in dem erforderlichen Überschusse wieder alkalisch machen.

Daß in dieser Form die jodometrische Analyse von α-Polyoxymethylen genaue Ergebnisse liefert, zeigt folgende kleine Übersicht. Gewogene Mengen α-Polyoxymethylen wurden in 1 ccm 0,5 n NaOH gelöst, die Lösung mit einer entsprechenden Menge Säure neutralisiert, darauf gemessene Mengen 0,1 n Jodlösung sowie 0,5 n NaOH zugegeben, nach einer Viertelstunde angesäuert und mit Thiosulfat zurücktitriert.

[1]) S. 591, Sonderabdr. S. 8.

Angewandte Menge α-Polyoxymethylen	Angewandte Menge Jod % der theoretisch erforderlichen	Gefundene Menge CH_2O
10,5 mg	200 %	10,5 mg
12,9 „	167 „	12,7 „
11,1 „	150 „	11,1 „
9,7 „	133 „	(9,2 „)
13,1 „	125 „	(12,2 „)
11,4 „	117 „	(6,2 „)

Während in den drei ersten Versuchen, bei denen der Jodüberschuß mindestens 50 % der theoretischen Menge betrug, die angewandte Menge Polyoxymethylen quantitativ wiedergefunden wurde, zeigen die drei letzten Analysen um so größere Fehlbeträge, je kleiner der Jodüberschuß war.

Versuchsergebnisse. Die nach Beseitigung aller vorstehend erörterten Schwierigkeiten und Fehlerquellen ausgeführte Hauptversuchsreihe mit α-Polyoxymethylen ist in der folgenden Übersicht wiedergegeben. Die Verdampfungstemperaturen von 40° und 60° wurden in derselben Weise, wie oben S. 124 geschildert, erreicht, diejenigen von 74° und 80° durch Einleiten eines mäßigen Dampfstromes in das Wasser von A; bei Versuch Nr. 71 wurde das Wasserbad A durch einen Dampfmantel ersetzt.

Verdampfung von α-Polyoxymethylen im trockenen Luftstrom.

Versuch Nr.	Verdampfungs-Temperatur	Verdampfte Menge (Gewichtsverlust der Schiffchen)	Gehalt des Dampfes an		Fehlbetrag
			Polymeren (in den Kältebädern kondensiert)	einfachem Formaldehyd (in den wässerigen Vorlagen aufgefangen)	
66	40°	1,8 mg	1,3 mg	0,0 mg	0,5 mg
54	60°	5,0 „	3,2 „	0,1 „	(1,7 „)[1]
56	60°	4,5 „	3,1 „	0,0 „	(1,4 „)[1]
67	60°	4,2 „	3,1 „	0,0 „	1,1 „
68	60°	3,3 „	2,5 „	0,0 „	0,8 „
69	74°	10,3 „	8,1 „	0,0 „	2,2 „
70	80°	5,4 „	4,9 „	0,0 „	0,5 „
71	98,5°	20,7 „	18,3 „	0,0 „	2,4 „

Das Hauptergebnis ist in der vorletzten Spalte klar ersichtlich: in den Dämpfen von α-Polyoxymethylen ist unter den Versuchsbedingungen einfacher Formaldehyd nicht in nachweisbarer Menge enthalten. Der Hauptteil der Dämpfe ist polymer, denn er hat sich trotz der großen Verdünnung mit Luft in den Kältebädern von —25° bis —30° als fester weißer Beschlag von Polyoxymethylen

[1]) Fehlbetrag zu groß wegen noch unrichtiger Ausführung der jodometrischen Analyse.

abgeschieden. Wurde die Geschwindigkeit des Gasstromes etwas vergrößert, so konnte man deutlich sehen, wie dieser Beschlag sich in die zweite Kühlspirale hinein erstreckte; bei zu raschem Gasstrom reichten dann Abkühlungsweg und -zeit nicht mehr aus, um alle kondensierbaren Teile des Dampfes niederzuschlagen, infolgedessen gelangte ein Teil der Polymeren in die wässerigen Vorlagen, wo er sich unter Depolymerisation lösen und bei der Analyse als Formaldehyd wiedergefunden werden konnte. Nur die bei genügend langsamem Gasstrome ausgeführten Versuche sind also als einwandfrei anzusehen. Anderseits folgt aus den Vorversuchen mit einfachem Formaldehyd, daß die in den Spiralen niedergeschlagenen Polymeren keinesfalls durch Polymerisation aus einfachem Formaldehyd entstanden sein können, sondern daß sie das unmittelbare Verdampfungsprodukt des festen α-Polyoxymethylens sind.

Somit ist die in der Einleitung aus theoretischen Überlegungen gezogene Schlußfolgerung über den Zustand des Dampfes von α-Polyoxymethylen durch den Versuch in vollem Umfange bestätigt worden.

Wenn die Dämpfe praktisch vollständig aus Polymeren bestehen, so sollte die verdampfte Menge, wie sie sich aus dem Gewichtsverlust der Schiffchen ergibt, mit der in den Spiralen wiedergefundenen Menge übereinstimmen. Wie aus der letzten Spalte der Tabelle hervorgeht, bleibt indessen noch ein kleiner Fehlbetrag. Abgesehen von den Versuchen Nr. 54 und 56, bei denen die jodometrische Analyse aus den oben dargelegten Gründen noch nicht einwandfrei ausgeführt war, so daß in den Spiralen etwas zu wenig gefunden wurde, rührt dieser Fehlbetrag im wesentlichen von dem Gewichtsverlust her, den die Schiffchen beim Herausnehmen aus dem warmen Verdampfungsrohr und beim Abkühlen im Exsikkator erleiden (vergl. oben S. 126); infolgedessen ist die Abweichung bei den höheren Temperaturen am größten. Es ist aber nicht ausgeschlossen, daß außerdem sehr kleine Mengen des verdampften α-Polyoxymethylens durch Übergang in α-Trioxymethylen, wie er beim β-Polyoxymethylen zweifellos beobachtet wurde (vergl. w. u.), sich der Analyse entzogen haben.

Untersuchung der Dämpfe von β-Polyoxymethylen.

Einige Versuche wurden nun noch mit β-Polyoxymethylen angestellt. Dieses Polymere hat, wie aus unseren Tensionsmessungen[1]) hervorgeht, eine wesentlich höhere Dampfspannung als α-Polyoxymethylen. Unter gleichen Bedingungen ist dementsprechend die Verdampfungsgeschwindigkeit eine wesentlich größere. Dies zeigte sich schon dadurch, daß bei Anwendung zweier Schiffchen mit β-Polyoxymethylen in dem Verdampfungsrohr fast nur das vom Luftstrom zuerst getroffene einen Gewichtsverlust aufwies; offenbar sättigte sich der Luftstrom sofort beim Überstreichen des ersten Schiffchens mit dem Dampf. Ja, man konnte wiederholt beobachten, wie durch die Verdampfung kraterförmige Vertiefungen in der Oberfläche der feinpulverigen Substanz sich bildeten. Infolge dieser raschen Verdampfung mußte die Geschwindigkeit des Luftstromes noch weiter herabgedrückt werden, um eine vollständige Kondensation der Polymeren in den Kältebädern zu erzielen.

---

[1]) II. Mitteilung, S. 205 u. 228, Sonderabdr. S. 23 u. 46.

Verdampfung von β-Polyoxymethylen im trockenen Luftstrom.

Versuch Nr.	Verdampfungs-Temperatur	Verdampfte Menge (Gewichtsverlust des Schiffchens)	Gehalt des Dampfes an		Fehlbetrag
			Polymeren (in den Kältebädern kondensiert)	einfachem Formaldehyd (in den wässerigen Vorlagen aufgefangen)	
61	40°	15,5 mg	9,8 mg	0,1 mg	5,6 mg
63	40°	5,9 „	2,7 „	0,08 „	3,1 „
64	60°	26,3 „	15,3 „	0,15 „	10,8 „
65	60°	26,0 „	14,0 „	0,0 „	12,0 „

Auch hier zeigt die vorletzte Spalte, daß irgendwie in Betracht kommende Mengen von einfachem Formaldehyd in den Dämpfen von β-Polyoxymethylen unter den Versuchsbedingungen nicht vorhanden sind. Es ist wahrscheinlich, daß die in den wässerigen Vorlagen gefundenen Spuren von Formaldehyd auch nur auf unvollkommene Kondensation in den Kühlbädern zurückzuführen sind; denn die verdampfte Menge war hier wesentlich größer als bei α-Polyoxymethylen. Aus diesem Grunde wurden die Versuche auch nicht auf höhere Temperaturen ausgedehnt.

Auch für β-Polyoxymethylen hat sich also die theoretische Schlußfolgerung über den komplexen Zustand seines Dampfes bei gewöhnlicher und etwas erhöhter Temperatur durch den Versuch bestätigt.

Auffallend ist aber die verhältnismäßig große Abweichung zwischen der durch den Gewichtsverlust der Schiffchen festgestellten verdampften Menge und der in den Spiralen wiedergefundenen. Der Gewichtsverlust beim Herausnehmen des Schiffchens aus dem warmen Rohr betrug bei 40° im Durchschnitt etwa 1 mg, bei 60° vielleicht das Doppelte, kann also den großen Fehlbetrag nicht erklären. Es wurde aber bei diesen Versuchen beobachtet, daß sich besonders in der zweiten Kühlschlange neben dem weißen Beschlage von Polyoxymethylen noch schöne Kristallnadeln absetzten. Diese erwiesen sich dadurch, daß sie beim Eintauchen des Rohres in Wasser von etwas über 60° schmolzen und beim Erkalten wieder kristallisierten, sowie durch das Aussehen der Kristalle deutlich als α-Trioxymethylen[1]. Da das in Wasser und in Äther leicht lösliche α-Trioxymethylen im Gegensatz zu allen anderen Polymeren des Formaldehyds eine außerordentlich beständige chemische Verbindung ist, die insbesondere keinerlei Aldehydreaktionen mehr zeigt, so wird es bei der Analyse des Spiraleninhaltes nicht mit bestimmt, und die Fehlbeträge sind dadurch erklärt.

Es ergibt sich also, daß β-Polyoxymethylen, im trockenen Luftstrom bei 40° bis 60° verdampft, keine merklichen Mengen von einfachem Formaldehyd abgibt, sondern nur polymere Dämpfe, die sich zum Teil in das beständige α-Trioxymethylen umwandeln.

---

[1]) II. Mitteilung S. 220, Sonderabdr. S. 38.

Schlußfolgerungen.

Die Versuche haben gezeigt, daß bei Verdampfung im trockenen Luftstrom α-Polyoxymethylen bei Temperaturen bis zu 100°, β-Polyoxymethylen bei Temperaturen bis zu 60° keine merklichen Mengen einfachen Formaldehyds, sondern im wesentlichen nur polymere Dämpfe abgibt. Umsomehr muß dies für γ- und δ-Polyoxymethylen gelten, deren Dämpfe auch bei höheren Temperaturen noch stark polymer sind[1]). Auch eine stärkere Konzentration der Dämpfe könnte die Beständigkeit der Polymeren nur begünstigen, so daß man zusammenfassend sagen kann, daß die Polyoxymethylene, unter Ausschluß von Feuchtigkeit bei Temperaturen bis zu 100° verdampft, höchstens Spuren von einfachem Formaldehyd abgeben.

Paraformaldehyd unterscheidet sich nach unsern früheren Untersuchungen[2]) von α-Polyoxymethylen nur durch die amorphe Beschaffenheit und den Gehalt an Adsorptionswasser, während die käuflichen Präparate „Paraform“, „Paraformaldehyd“, „Trioxymethylen“ wohl als Gemenge von α-Polyoxymethylen und Paraformaldehyd aufzufassen sind. Bei der Verdampfung dieser wasserhaltigen Erzeugnisse liegen nun die Verhältnisse etwas anders, insofern dem Wasser eine spaltende Wirkung auf die Polymeren zukommt. Über den Grad und die Geschwindigkeit dieser Aufspaltung konnten im Rahmen der vorliegenden Untersuchung keine Versuche angestellt werden, da für die Anwendung der einzigen als brauchbar gefundenen Methode völlige Trockenheit der Dämpfe unerläßliche Vorbedingung war. Aber schon die auf S. 121 beschriebenen Vorversuche zeigen, daß auch große Wassermengen keineswegs etwa eine sofortige völlige Aufspaltung der Polymeren hervorrufen. Noch deutlicher geht dies aus der geringen Auflösungsgeschwindigkeit der Polyoxymethylene in Wasser hervor. Selbst der am leichtesten lösliche Paraformaldehyd braucht beim Schütteln mit Wasser Tage und Wochen, ehe Sättigung erreicht ist[3]). Dies wäre unmöglich, wenn Wasser oder Wasserdampf eine rasche und vollständige Spaltung der polymeren Molekeln bewirkten; denn einfacher Formaldehyd löst sich momentan in Wasser.

Es bestätigt sich also die früher von uns ausgesprochene Behauptung[4]), daß es bei der Vergasung von festen Polymeren des Formaldehyds für Desinfektionszwecke in keinem Falle angängig ist, die vergaste Menge ganz als wirksamen Formaldehyd in Rechnung zu stellen. Der gleichzeitig entwickelte Wasserdampf hat bei diesen Verfahren nicht nur die Aufgabe, auf den zu desinfizierenden Oberflächen eine Wasserhaut zu erzeugen, sondern die weitere Aufgabe, die Polyoxymethylendämpfe zu einfachem Formaldehyd aufzuspalten, da nur dieser in der Wasserhaut rasch und leicht löslich ist. Da diese Aufspaltung nur allmählich und unvollkommen erfolgt, so muß bei Desinfektionen mittels fester Formaldehydpolymerer für den gleichen Luftraum eine größere Menge Formaldehyd angewandt werden, als bei der Verwendung wässeriger Formaldehydlösungen. Bei solchen Verfahren, die die Vergasung

[1]) II. Mitteilung S. 229, Sonderabdr. S. 47.
[2]) II. Mitteilung S. 201, Sonderabdr. S. 19.
[3]) II. Mitteilung S. 188, Sonderabdr. S. 6.
[4]) III. Mitteilung S. 196.

durch die bei der Verbrennung eines Teiles des Paraformaldehyds entwickelte Oxydationswärme erreichen, wie beim Autanverfahren[1]), ist natürlich ein noch weit größerer Überschuß an Formaldehyd anzuwenden.

Zusammenfassung.

1. Wasserfreies, reines, nur mit Stickstoff verdünntes Formaldehydgas läßt sich darstellen, indem man α-Polyoxymethylen in einem warmen Stickstoffstrome verdampft, die Dämpfe zur Aufspaltung auf 220° bis 230° erhitzt und sodann zur Abscheidung des Restes von Polymeren auf — 25° bis — 30° abkühlt.

2. Verdünntes wasserfreies Formaldehydgas zeigt bei Temperaturen bis mindestens 100° keine merkliche Neigung zur Polymerisation.

3. α-Polyoxymethylen, im trockenen Luftstrom bei 40° bis 100° verdampft, gibt keine merklichen Mengen von einfachem Formaldehyd, sondern nur Polyoxymethylendämpfe ab.

4. β-Polyoxymethylen, im trockenen Luftstrome bei 40° bis 60° verdampft, gibt keine merklichen Mengen von einfachem Formaldehyd, sondern nur Polyoxymethylendämpfe ab, die sich zum Teil in das beständige α-Trioxymethylen umwandeln.

5. Wasser und Wasserdampf bewirken eine Aufspaltung von Polyoxymethylen und Polyoxymethylendämpfen zu einfachem Formaldehyd, die aber nur allmählich und unvollkommen vor sich geht.

6. Bei der Vergasung von festen Formaldehydpolymeren zu Desinfektionszwecken entsteht der allein desinfektorisch wirksame einfache Formaldehyd erst durch die aufspaltende Wirkung des Wassers; da diese nur allmählich und unvollkommen vor sich geht, ist eine größere Menge von Formaldehyd auf den zu desinfizierenden Luftraum anzuwenden, als bei der Verwendung von wässeriger Formaldehydlösung.

7. Bei der jodometrischen Analyse von Formaldehydlösungen dürfen Jod und Alkalilauge nicht vor dem Formaldehydzusatz gemischt werden; bei der Bestimmung von Formaldehyd in alkalischen Lösungen ist die Lösung zunächst zu neutralisieren und erst nach der Jodzugabe wieder alkalisch zu machen. Auch darf der Jodüberschuß nicht zu gering gewählt werden, sondern sollte mindestens 50% der verbrauchten Jodmenge betragen.

Vorstehende Arbeit wurde im Jahre 1908 im Chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt. Aus äußeren Gründen konnte sie erst jetzt zur Veröffentlichung gelangen.

---

[1]) III. Mitteilung.

Zur Kenntnis der hautreizenden Wirkungen der Becherprimel (Primula obconica Hance).

Von

Geh. Regierungsrat Professor **Dr. E. Rost,**
Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamts.

(Hierzu Tafel I—III.)

Die von J. C. White[1]) 1889 zuerst beobachteten und kurz beschriebenen hautreizenden Wirkungen der Primula obconica Hance[2]), der seit 1880 wegen ihres Blütenreichtums und ihrer schönen Farben viel kultivierten, aus Zentralchina stammenden, wegen der Form des Kelchs Becherprimel genannten Primelart, haben schnell für den Arzt ein praktisches Interesse erlangt. Die beim Hantieren mit dieser verbreiteten Topfpflanze zur Beobachtung gelangten Fälle von Hautentzündungen sind so zahlreich, daß wiederholt in der Fachliteratur der Vorschlag erörtert wurde, den Verkauf dieser Primel zu verbieten. Neuerdings hat sich der Regierungs-Medizinalrat in Hannover[3]) veranlaßt gesehen, vor dem Ankauf der Becherprimel öffentlich zu warnen.

Durch A. Nestlers[4]) botanische Untersuchung und Versuche, bei denen er an sich und anderen Personen die Primel-Hautentzündung erzeugte, ist der Sitz des Giftstoffs, die Art seiner Übertragung aufgeklärt und eine zweckmäßige Behandlung dieser Hautentzündung gefunden worden. Als Giftstoff ist das Sekretionsprodukt der echten Drüsenhaare, die alle oberirdischen Teile der Pflanze bedecken, anzusehen. Die Endzelle dieser Trichome scheidet ein Sekret zwischen Zellmembran und Cuticula aus, das die Cuticula abhebt, sie schließlich zum Platzen bringt und so an die Außenseite der Trichome tritt. Beim Berühren der Pflanze gelangt das Sekret auf die menschliche Haut oder wird beim Beschneiden der Pflanze auf Scheren oder beim Abfallen von Blättern, Blüten und Stielen auf die Unterlage übertragen, von wo es, da sein wirksamer Stoff nicht flüchtig ist und selbst bei eintretender Verharzung lange Zeit seine hautreizenden Wirkungen bewahrt, mit der menschlichen Haut

[1]) James C. White, Notiz in „Garden and forest" 1889, II, S. 94.

[2]) Pax und Knuth, Primulaceae. Das Pflanzenreich 1905, Heft 22.

[3]) Amtsblatt f. d. Reg.-Bez. Hannover 1913, S. 17; Veröff. des Kaiserl. Gesundheitsamts S. 341.

[4]) A. Nestler, Hautreizende Primeln, Untersuchungen über Entstehung, Eigenschaften und Wirkungen des Primelhautgiftes (mit 4 Tafeln). Berlin 1904.

in Berührung kommen kann. Wird der Giftstoff unter geeigneten Bedingungen mit der Haut in Berührung gebracht, so läßt sich bei jedem Menschen eine Primeldermatitis erzeugen.

Die Drüsenhärchen lösen sich von selbst nicht von der Pflanze, so daß die Möglichkeit einer Übertragung des Giftstoffs durch fortgewehte Trichome auf dem Luftwege ausgeschlossen ist; Lesser hat noch neuerdings die Unmöglichkeit der Übertragung des Giftstoffs der Becherprimel auf Entfernung durch einen unter allen gebotenen Vorsichtsmaßregeln angestellten Versuch, der von Zürn mitgeteilt wurde[1]), nachgewiesen.

Unerläßliche Voraussetzung für das Entstehen einer Primel-Hautentzündung ist die Berührung einer Primula obconica (direkte Übertragung) oder von losgelösten oberirdischen Teilen derselben oder ihres auf Gegenstände übertragenen Drüsenhärchensekrets (indirekte Übertragung); stets muß aber wirksames Sekret in ausreichender Menge auf die Haut gelangen, wenn eine Dermatitis venenata entstehen soll.

Bezüglich aller Einzelheiten des Primelgifts und der Primeldermatitis sei auf die Artikel „Primelgifte"[2]) und „Sumach und andere hautreizende, bezw. giftige Pflanzen"[2]), in denen auch die gesamte Literatur angeführt ist, und auf die Warnung des Regierungs-Medizinalrats in Hannover[3]) vom 3. Januar 1913 verwiesen. Hans Meyer und

[1]) Zürn, Diskussionsbemerkung. Physiol. Gesellsch. Berlin, 17. Mai 1912. Mediz. Klinik 1912, Nr. 28.

[2]) E. Rost, Artikel „Primelgifte" in Bd. 12 (1912) und Artikel „Sumach und andere hautreizende bezw. giftige Pflanzen" in Bd. 14 (1913) von Eulenburgs Realenzyklopädie der gesamten Heilkunde, IV. Auflage; außerdem: E. Rost, Über die Giftwirkungen von Rhus toxicodendron und der Primula obconica. Med. Klinik 1914, Nr. 3.

[3]) Die „Warnung vor der Primelpflanze" sei hier abgedruckt, obwohl Verf. dem Inhalt nicht in allen Punkten zustimmen kann. Wenn Fieber im Verlaufe einer Primeldermatitis auftritt, so dürfte dies durch Sekundärinfektion infolge Kratzens usw. veranlaßt sein. Auch sind dem Verf. Ulzerationen, Infiltrationen der Nagelbetten und Spröde- und Rissigwerden der Nägel nicht bekannt geworden.

„Wiederholt sind in neuester Zeit äußerst lästige und oft sehr hartnäckige Hautkrankheiten beobachtet worden, die noch wenig bekannt sind. Sie verdanken ihre Entstehung einer Blume, der Primula obconica, die aus Zentralchina stammt, und erst in den letzten Dezennien bei uns eingeführt ist. Ihre eigentümlichen und gesundheitsschädlichen Eigenschaften sind erst in der neueren Zeit aufgedeckt. Im Jahre 1889 wurden die ersten Klagen über ihre hautreizende Wirkung laut, fanden aber zunächst keinen Glauben.

Dem Professor Nestler gebührt besonders das Verdienst, durch seine grundlegenden, zum Teil an sich selbst angestellten toxikologischen Versuche die Einwirkung der Primel, die durch sie erzeugten Hauterkrankungen aufgeklärt und auf die von dieser Pflanze drohenden Gefahren hingewiesen zu haben.

Die Primel ist eine wegen ihres Blütenreichtums und ihrer Farbenschönheit vielbeliebte und bereits in vielen Spielarten, die in ihren giftigen Eigenschaften ziemlich gleichartig sind, kultivierte Blume. Sie hat matt weißrosa oder lila Blüten, an den Blütenstielen und der unteren Seite der Blätter mehr oder weniger lange Haare, die mit drüsigen Organen ausgestattet sind. In diesen mehrzelligen Drüsen wird eine Flüssigkeit abgesondert, die einen starken Reiz auf die äußere Haut und die Schleimhaut des Menschen ausübt. Das Sekret ist zähe, haftet lange an den Gegenständen, mit denen es in Berührung kommt, und bewahrt auch nach der Eintrocknung seine giftige irritierende Eigenschaft. Das Gift wirkt nur da, wo es mit der äußeren Haut oder Schleimhaut in Berührung kommt. Seine Übertragung ist direkt oder indirekt sehr leicht möglich. Durch die Luft wird es indes nicht übertragen. In erster Linie sind die Finger, Hände,

Gottlieb[1]) reihen das Primelgift in die Gruppe der unmittelbar chemisch entzündungserregenden, ohne Gewebszerstörung wirkenden spezifischen Gefäßgifte ein.

Gelegentlich der Entscheidung der Frage, ob eine durch jahrelange Züchtungsversuche (Kreuzung der Primula obconica mit einer nichthautreizenden Primelspezies) erhaltene Spielart die hautreizenden Wirkungen verloren hätte, wurden einige Versuche zur Erzeugung von Primeldermatitis angestellt, über deren Ergebnis hier berichtet werden soll.

Schon an sich war es nicht wahrscheinlich, daß durch einfache Kreuzung der Primula obconica mit nicht hautreizenden Primeln eine giftfreie Primula obconica entstehen sollte.

Arme gefährdet, aber durch weitere Übertragung des Giftes von diesen Stellen stellen sich auch Erkrankungen im Gesicht, an den Ohren und Augen ein. Ebenso können alle sonstigen Körperstellen, deren Haut von dem mit dem Gifte versehenen Finger berührt wird, infiziert werden. Auch Übertragungen des Giftes durch Blumentöpfe, Blnmenständer, Primelsträuße, mit Primeln geschmückte Kleider, Handschuhe und sonstige Gegenstände, an denen es haftete, sind beobachtet.

Die Erscheinungen dieses Exanthems treten kürzere oder längere Zeit, — einige Stunden bis mehrere Tage, ja Wochen — nach Berührung mit dem Gifte auf und zeigen sich in einer juckenden und schmerzhaften, meist fleckenweis auftretenden Rötung und mehr oder weniger starken Schwellung der Haut, dem Auftreten von Bläschen nnd Blasen mit serösem Inhalt, der nach dem Platzen der Blasen nnd Zerstörnng der Epidermis auf die tieferen Schichten reizend einwirkt und zur Geschwürbildnng mit Krusten- oder Borkenbildung führt. Mit diesen örtlichen Erscheinungen sind nicht selten beträchtliche Symptome von gestörtem Allgemeinbefinden, Unruhe, Kopfschmerz, Fieber nnd durch das Schmerz- und Juckgefühl verursachter Schlaflosigkeit verbunden.

Verschiedentlich sind Verwechselungen mit anderen Hautkrankheiten, besondert auch der Rose vorgekommen. Nach den jetzt gewonnenen Erfahrungen und Kenntnissen von der Natur der Primel sind die Symptome der Primelvergiftung indes so klar gestellt, daß bei Beachtung der Anamnese, der Art des Auftretens des Exanthems nnd besonders, wenn ermittelt ist, daß der betreffende Kranke mit Primeln in Berührung gekommen ist, ein Irrtum in der Diagnose so leicht nicht mehr vorkommen kann.

Der Verlauf der Krankheit ist in bezug anf Intensität und Zeitdauer verschieden. Er ist in einzelnen Fällen sehr hartnäckig nnd mit erheblichen Störungen verhunden. Wochenlang können immer nene Infektionen an verschiedenen Körperteilen durch Übertragung des Giftes von den erkrankten Stellen aus erfolgen. — Die Heilung der Folgezustände, der entzündeten, infiltrierten und nlzerierten Partien, insbesondere an den Ohren, Augen, den Fingern und dem Handteller können Monate in Anspruch nehmen. Vorzüglich an den Nagelgliedern geht die Besserung langsam vorwärts. Die Nägel zeigen sich verdickt, spröde, rissig, das Nagelbett infiltriert und die Nägel erhalten erst nach Monaten, wenn sie nachgewachsen sind, ihre normale Beschaffenheit wieder. Auch dann bleiben wohl noch längere Zeit die befallenen Hautstellen an den Händen empfindlich. Die Empfänglichkeit der Menschen für das Primelgift scheint individuell verschieden zn sein. Menschen mit zarter Haut scheinen besonders unter seiner Einwirkung zu leiden. Immnn gegen das Gift ist aber niemand und eine Gefahr, infiziert zu werden, liegt für jeden vor. Vor den Schädigungen, die diese Pflanze vernrsachen kann, ist daher sehr zu warnen und die Beseitigung dieser Blume als Zimmer- oder Gartenschmnck dringend anzuraten.

Bei den ersten Anzeichen einer Primelaffektion werden sofortige Waschungen und Umschläge mit Alkohol empfohlen. Vielleicht kann dadurch auch eine weitere Verbreitung und Einwirknng des Giftes noch verhütet werden. Bei stärkerer Ausdehnung des Übels ist die schlennige Inanspruchnahme ärztlicher Hilfe dringend anzuraten."

[1]) Hans Meyer und Gottlieb, Die experimentelle Pharmakologie, 2. Aufl., 1911, S. 434.

Alle bisher gezüchteten (14) Spielarten der Becherprimel sind gleich stark hautreizend, keiner geht die Wirkung auf die menschliche Haut ab (Nestler); die Gartenhybride Primula Arendsii Pax = Pr. obconica Hance × Pr. megaseaefolia Boiss. zeigt nach Nestlers[1]) Untersuchungen die hautreizenden Wirkungen der Becherprimel in ungeschwächtem Maße.

Theoretisch betrachtet, kann eine Primula obconica die hautreizenden Wirkungen verlieren, wenn sie entweder ihr Drüsenhaarkleid verliert oder wenn sie zwar noch Drüsenhaare aufweist, das Sekret derselben aber entweder die Cuticula nicht abzuheben vermöchte oder aber giftfrei geworden wäre[2]).

Die zu den vorliegenden Versuchen dienenden Pflanzen, von denen der Züchter behauptete, daß sie die hautreizende Wirkung verloren hätten, waren nicht kahl, sondern in allen oberirdischen Teilen stark behaart; bei der mikroskopischen Untersuchung ließen sich mit Leichtigkeit Drüsenhaare von der Größe und vom Bau der von der Primula obconica her bekannten Drüsenhaare nachweisen. Die Endzellen waren mehr oder weniger kugelig angeschwollen. Das leicht gelbliche Sekret hatte zum Teil die Cuticula abgehoben und war an die Außenseite der Trichome getreten.

Zeichnungen der Drüsenhärchen der Primula obconica finden sich in Nestlers Monographie und sind später von Gilg[3]) veröffentlicht worden. Aber auch das photographische Bild gibt alle wichtigen Einzelheiten dieser Gebilde wieder. Die beiden Abbildungen 1 und 2 auf Tafel I, die, wie die übrigen Figuren nach photographischen Aufnahmen des Technischen Rats im Kaiserl. Gesundheitsamte Dr. Heise[4]) angefertigt sind, lassen naturgetreu den Reichtum der Epidermis der Primula obconica an Drüsenhaaren, ihren Bau und ihre Beziehungen zur Epidermis erkennen.

Die weitere Prüfung der Frage hatte sich also allein mit der Feststellung des Vorhandenseins oder des Fehlens des Giftstoffs im Drüsenhärchensekret zu beschäftigen.

Durch Übergießen eines Laubblattes der Pflanzen mit Äther konnte das Sekret der Drüsenhärchen in Lösung gebracht werden; bei der Betrachtung unter dem Mikroskop sah man die Sekrettröpfchen beim Zufließenlassen von Äther verschwinden. Nach dem Verdunsten des Äthers schieden sich allmählich die von Nestler beschriebenen Kristalle ebenso aus wie in dem mit einem Objektträger von der Unterseite der Laubblätter oder von Stengelteilen abgestrichenen Sekret nach dem Eintrocknen; nach dem Zusatz von konzentrierter Salzsäure färbte sich das Sekret smaragdgrün (Nestler). Diese Eigenschaften kommen dem Sekret der Drüsenhärchen der Primula obconica zu. Da der Giftstoff auch in Alkohol, Terpentinöl usw. löslich ist, kann er

[1]) A. Nestler, Die hautreizende Wirkung der Primula mollis Hook und Pr. Arendsii Pax, Ber. d. D. Botan. Gesellsch. Bd. 26a, 1908, S. 468.

[2]) Neuerdings ist angeregt worden, auch die Brennessel ohne Brenneigenschaft zu züchten, um sie als Futterpflanze verwenden zu können (Jahresversammlung der deutschen dendrologigischen Gesellschaft in Aachen 1913).

[3]) E. Rost und E. Gilg, Der Giftsumach, Rhus toxicodendron L., und seine Giftwirkungen. Berichte der D. Pharmazeutischen Gesellschaft. Bd. 22, 1912, S. 296 (S. 315).

[4]) Herrn Technischen Rat Dr. Heise danke ich auch an dieser Stelle für die Ausführung der mühevollen photographischen Aufnahmen bestens.

übrigens nicht nur unmittelbar nach dem Aufbringen auf die Haut mechanisch, sondern auch später noch durch die genannten Stoffe chemisch beseitigt werden.

Bei den Versuchen wurden die Verhältnisse so gewählt, daß die Übertragung des Drüsenhärchensekrets auf die Haut einer längerdauernden oder wiederholten Berührung der Pflanze im täglichen Leben gleichkam. Erfahrungsgemäß stellt sich die Primelhautentzündung vielfach erst nach mehrfacher Berührung einer und derselben Hautstelle mit der Primula obconica ein. Da die gestellte Frage nach der Ungiftigkeit der Pflanze nur dann einwandfrei beantwortet werden konnte, wenn entschieden wurde, ob die Pflanze in keinem Falle der wissenschaftlich zulässigen Bedingungen bei dem Zusammenbringen mit der menschlichen Haut eine Dermatitis erzeugt, so mußten die Versuchsbedingungen zunächst so gewählt werden, daß der Giftstoff entweder als solcher auf empfindliche Hautstellen aufgetragen, oder daß Hautpartien mit dünner Oberhaut durch Auflegen oder Einreiben mit behaarten Pflanzenteilen mit dem Drüsenhärchensekret in innige und lange Berührung gebracht wurde.

Versuche, bei denen — wie dies geschehen ist — man sich damit begnügt, eine solche Pflanze mit den Fingern zu berühren, um beim Ausbleiben einer Hautreizung die Pflanze als ungefährlich anzusprechen, müssen bei der Entscheidung derartiger Fragen außer Betracht bleiben. Man ist noch nicht in der Lage, alle die Einzelheiten zu übersehen, die in dem einen Fall die Entstehung der Hautentzündung begünstigen, in dem anderen sie verhindern können. Jedenfalls sind die Finger mit ihrer mehr oder weniger dicken Oberhaut hierzu ebensowenig günstige Versuchsobjekte, wie Hände nnd Arme von Gärtnern.

Auch ist zu berücksichtigen, daß bei kurzdauernden Berührungen die behauptete verschiedene Empfindlichkeit der Menschen gegen das Primelgift das Ergebnis des Versuchs störend beeinflussen kann. Bei negativem Ausfall solcher Versuche sind stets mehrere Personen der Giftübertragung zu unterziehen.

Unter Berücksichtigung dieser allgemeinen Gesichtspunkte wurde an die Prüfung der vorliegenden Frage herangegangen. Es hat sich aber — wie später noch zu erörtern sein wird — gezeigt, daß die eingesandten angeblich giftfreien Pflanzen auch bereits bei einfacher und nicht intensiver Berührung Hautentzündungen an empfindlichen Hautstellen da, wo eine Berührung nicht beabsichtigt war, erzeugten, wenn nur die Beobachtung auf entzündete Hautstellen genügend lange ausgedehnt wurde.

Die Versuche wurden mit einmaliger und mit wiederholter Berührung von unverletzten Hautstellen vorgenommen; es wurde fast ausnahmslos die Volar-(Innen-)seite der Unterarme hierzu verwendet. Teils wurden kleine Stücke Epidermis der fraglichen Pflanzen, die auf das reichliche Vorhandensein von Drüsenhärchen geprüft worden waren, auf die Haut (mit einem Tropfen Äther übergossen) gelegt und mit einem durch Heftpflasterstreifen befestigten Uhrglas festgehalten, teils wurde die Unterseite eines frischen Laubblatts auf die Haut mit einer Binde befestigt. In beiden Fällen blieb der Pflanzenteil mehrere Stunden lang auf der Haut. In einigen Versuchen wurden Blatt- oder Blütenstiele auf ein und dieselbe Hautstelle an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen mit leichtem Druck eingerieben.

Die Versuche wurden an dem Verfasser und an einer zweiten gesunden Versuchsperson angestellt. Bei der einen Versuchsperson wurde jede unbeabsichtigte Berührung der fraglichen Pflanze streng vermieden, so daß das Drüsenhärchensekret nur mit den zu Versuchszwecken ausgewählten Hautstellen in Berührung kam. Bei der anderen Versuchsperson wurde beim Mikroskopieren im Laboratorium keine besondere Vorsicht geübt, so daß damit gerechnet werden mußte, daß anfänglich das Sekret von den Fingern, von der Kante des Tisches, auf dem die Pflanze stand, usw. auf Gesicht, Hand und Handgelenke übertragen werden würde. Während der ganzen Dauer des Versuchs war eine Infektion mit dem Drüsensekret von sonstigen Exemplaren der Primula obconica ausgeschlossen.

Beschreibung der Versuche.

An der Versuchsperson I (Verfasser) wurden folgende Übertragungsversuche vorgenommen:

1. Versuche am linken Unterarm mit wiederholter Infektion an einer und derselben Hautstelle während eines kurzdauernden Zeitraumes und mit an einer anderen Stelle während mehrerer Tage ausgeführten Infektionen.

Am 14. Dezember 1912, abends 6 Uhr, wurden auf die aus Fig. 3 ersichtliche Stelle der Volarseite des linken Unterarms mehrere Stengel und Blütendoldenstiele quer zur Längsrichtung des Arms aufgerieben und weiter ein kleiner, reichlich behaarter Blütenstiel auf die nämliche Stelle unter ein durch Heftpflasterstreifen befestigtes Uhrglas gebracht. Nachts 12½ Uhr, d. h. nach 6 Stunden, erwachte die Versuchsperson infolge heftigen Juckens in der Haut unter dem Uhrglas, so daß der Blütenstiel beseitigt wurde.

Am 15. Dezember früh 8 Uhr zeigte die eingeriebene Stelle zwei wenig gerötete Streifen, die zunächst keine Erscheinungen eines Ekzems erkennen ließen und wie leichte Kratzeffekte aussahen; ein Kratzen der Hautstelle nach Beseitigung des schützenden Uhrglases während der Nacht konnte nicht sicher ausgeschlossen werden.

Am 16. Dezember, nachmittags 2 Uhr, ergab die photographische Aufnahme das Bild der Abb. 3 auf Tafel I.

Am 17. Dezember ließ die Rötung scheinbar etwas nach; am Abend wurde die Hautstelle von einem mit der Primeldermatitis vertrauten Gärtner als solche angesprochen, obwohl Knötchen und erysipelatöse Erscheinungen fehlten.

Am selben Tag (17. 12.) wurde die zweite Infektion vorgenommen, indem auf das obere Drittel des linken Unterarms (Volarseite), etwa 8 cm oberhalb der ersten Stelle, drei frisch abgeschnittene Blütendoldenstiele aufgerieben wurden; das gleiche geschah an den drei folgenden Tagen (18., 19. und 20. 12.) je einmal, am 20. 12. zweimal und zwar vor- und nachmittags.

Am 22. 12. zeigte die erste Infektionsstelle im wesentlichen ein unverändertes Verhalten; dagegen wurden an der oberen Infektionsstelle etwa 16 bis 20 kleine röt-

liche Knötchen bemerkt, die abends bereits deutlich erkennbar waren. Bei Lupenbetrachtung machten sie den Eindruck kleinster Bläschen.

Am 23. 12. machte sich zum erstenmal leichtes Jucken bemerkbar. Die Knötchen zeigten Neigung zum Zusammenfließen; sie standen auf einem polsterartig geschwollenen Herd, der sich scharf begrenzt von der Umgebung abhob. Abends hatte die Rötung und Schwellung zugenommen; der Knötchenherd fühlte sich heiß an. Das Jucken war zeitweise sehr stark.

Am Abend des 23. 12., also 9 Tage nach der Infektion, lösten sich die Strichstellen der ersten Infektion in zwei Reihen von Knötchen auf, ohne daß sie zunächst juckten. In der Nacht vom 23. zum 24. 12. juckten beide Entzündungsherde.

Am 24. 12. zeigte die erste (untere) Infektionsstelle alle Merkmale, die bei der typisch verlaufenden Primeldermatitis beobachtet worden sind. Die Knötchen standen wie Perlenschnüre in drei Reihen quer zum Arm auf gerötetem und geschwelltem Grunde. Die Entzündung der zweiten (oberen) Infektionsstelle nahm in konzentrischer Ausdehnung zu. Zwei etwa 1 cm vom Hauptherd entfernt liegende Knötchen waren in den Schwellungsbezirk einbezogen.

Am Nachmittag wurde der Unterarm zum erstenmal mit Zinkpuder eingerieben. Die Nachtruhe (24. zum 25. 12.) war wiederholt durch die juckenden Schmerzen gestört.

Am 25. 12. berührten sich die beiden Schwellungsherde fast und bildeten typische Erysipelherde. Die Knötchen gingen zum Teil in Bläschen über und lagen teilweise wie Sagokörner da. Haut heiß und gespannt (es waren gleichzeitig — vergl. den nachfolgenden Versuch — drei hochgradig entzündete Hautstellen an beiden Unterarmen vorhanden).

Am 26. 12. waren die beiden Herde vollständig zusammengeflossen; es bildeten sich deutliche, sezernierende Bläschen. Der zeitweise sich einstellende Juckreiz trat insbesondere nachts auf.

Am 27. 12. wurde Borsalbe in dicker Schicht (auf beide Arme) aufgelegt, ohne daß Erleichterung des Spannungsgefühls und des Juckreizes eintrat; insbesondere juckten die Ränder der erysipelatösen Stellen.

Am 28. 12. wurde der Salbenverband weggelassen; die Arme wurden von neuem mit Zinkpuder wiederholt eingerieben und vor Reibung geschützt. Die Rötungszone hatte sich infolge der versuchsweise am 27. 12. aufgelegten Salbe merklich konzentrisch ausgedehnt. Die zwei Infektionsherde stellten fast einheitliche Herde von zusammengeflossenen Blasen dar, zwischen denen ein reibeisenartiger Knötchenbezirk lag. Den Zustand an diesem Tag, nachmittags 3½ Uhr, zeigt Abb. 4 auf Taf. I.

Am 29. 12. konfluierten die beiden Blasenbezirke vollständig, das Erysipel schritt rasch weiter vor. Die Ränder brannten bisweilen außerordentlich heftig. Nach dem Handgelenk zu waren einige isolierte Knötchen und einige Ausläufer des entzündeten Bezirks aufgetreten.

Am 30. 12. näßten die Blasen sehr stark serös; es tropfte gelbliches, gerinnendes Sekret ab.

Am 31. 12. begann an den Infektionsstellen die Abschuppung in großen Lamellen. Nachmittags wurde versuchsweise mit 1%iger Resorzinlösung gepinselt. Die juckenden Schmerzen wurden aber nicht gelindert, so daß jeder Verband wieder weggelassen und zur Zinkpuderbehandlung (Salizylpuder bot keinen Vorteil) geschritten wurde. Der Harn enthielt weder Eiweiß noch Zylinder.

Am 1. 1. 1913 maß die entzündete Stelle 18, am 2. 1. 20 cm in der Längsausdehnung; die Rötung erreichte die Ellenbeuge.

Vom 3. 1. an ging die Entzündung zunächst langsam zurück. Den Zustand am 4. 1. zeigt Abb. 5 auf Tafel II.

Am 5. 1. wurde die Abschuppung mehr kleinlamellig, das zeitweilig auftretende Jucken dauerte an.

Am 7. 1. ließ sich die Haut bereits wieder fälteln.

Am 10. 1. wieder lästiges Jucken. Die beiden Infektionsstellen waren noch deutlich als dunklere strichförmige Stellen zu erkennen.

Am 13. 1. konnte die Dermatitis als abgeheilt betrachtet werden. Die Hautstellen zeigten sich noch längere Zeit hindurch dunkler pigmentiert.

2. Versuch am rechten Unterarm (gleichzeitig mit den vorher beschriebenen Versuchen am linken Unterarm).

Am 16. 12. 1912, nachmittags $1^1/_2$ Uhr, wurden mehrere Blatt- und Blütendoldenstiele sowie Laubblattunterseiten auf die Innenseite des rechten Unterarms aufgerieben und mit einem Uhrglas bedeckt, das nachts 12 Uhr beseitigt wurde. In der unteren Hälfte war nachts bereits leichte Rötung bemerkbar.

Am 21. 12. wurde die Rötung deutlicher und hatte die ganze Infektionsstelle ergriffen.

Am 22. 12. Die Rötung erschien punktiert, abends waren deutliche Knötchen bemerkbar.

Am 23. 12. Fortschreiten der Entzündung. Die Knötchen, die abends noch distinkt waren, flossen gegen 11 Uhr zu einem Herd zusammen, der sich von der Umgebung durch beträchtliche Schwellung zackig, aber sehr scharf absetzte. Beim Straffziehen der Haut erschien die Stelle wie eine weiße Quaddel, auf der einzelne Knötchen standen. Noch kein nennenswertes Jucken.

Am 24. 12. Die scharfe Begrenzung des Schwellungsbezirks war geschwunden. Die Knötchen vergrößerten sich und lagen wie Sagokörner da.

Am 25. 12. Die Dermatitis schritt weiter. Wegen von Zeit zu Zeit auftretenden Juckens wurde die Stelle mit Zinkpuder behandelt. Abends Salbenverband ohne Wirkung, so daß am 28. 12. wieder zur Puderbehandlung übergegangen wurde.

Am 28. 12. wies die Dermatitis den aus Abb. 6 auf Tafel II ersichtlichen Zustand auf.

Am 29. 12. dehnte sich die Entzündung nach zwei Richtungen hin aus, nach der Dorsalseite des Unterarms und nach dem Handgelenk zu (die Dorsalseite selbst

blieb frei). Einzelne Knötchen isoliert an der Peripherie des Herds. Lebhaftes Jucken. Auch hier Resorzinlösung erfolglos.

Am 1. 1. 1913 Beginn der Abschuppung.

Am 4. 1. war die Entzündung, wie Abb. 7 auf Tafel II zeigt, in stetem Rückgang.

Die Haut ließ sich am 8. 1. in Falten legen, am 10. 1. war noch kleinlamellige Abschuppung vorhanden, am 12. 1. war die Hautentzündung ohne Narben, nur mit leichter Pigmentierung abgeheilt.

3. Unbeabsichtigte Infektionen infolge Hantierens mit der Pflanze beim Mikroskopieren, Abschneiden und Übergießen der Blätter mit Äther, Auflegens des Handgelenks auf die Tischplatte, auf der die Pflanze stand, usw.

Am 16. 12. wurde oberhalb des rechten Handgelenks (Volarseite) ein kleines, leicht juckendes Knötchen bemerkt.

Am 17. 12. trat an dem Mittelglied des rechten kleinen Fingers (Dorsalseite) ein Knötchen auf.

Am 30. 12. machten sich einige Knötchen an der Ulnarkante des rechten Unterarms über dem Handgelenk bemerkbar (Infektion an der Tischkante). Die Photographie in Abb. 8 auf Tafel III gibt den Zustand dieser Knötchengruppen am 4. 1. wieder.

Außerdem waren an der Dorsalfläche der Finger der linken Hand zahlreiche Knötchen und Bläschen aufgetreten, wie aus Abb. 9 auf Tafel III ersichtlich ist.

Versuche an einer zweiten gesunden Versuchsperson.

Die Versuche verliefen im wesentlichen in der gleichen Weise. Das Aufbringen eines schmalen Streifchens trichomreicher Epidermis der Pflanze auf die Streckseite des linken Unterarms blieb ohne Wirkung. Im zweiten Versuch wurde die Unterseite eines frisch abgeschnittenen Laubblatts $2^1/_2$ Stunden lang mit Heftpflasterstreifen auf die Beugeseite des linken Unterarms aufgebunden (beim Abnehmen des Blattes waren die Blattnerven als Eindrücke auf der zarten Haut zu sehen). Schon 7 Stunden später waren kleinste Knötchen, fleckenweise stehend, aufgetreten; sie entwickelten sich sehr langsam weiter, so daß sie erst nach zwei Tagen deutlich erhaben und gerötet waren und juckten. Nach 7 Tagen hatte die Entwicklung der Knötchen und Blasen sowie des Erysipels ihren Höhepunkt erreicht; von diesem Zeitpunkt an ließ das besonders abends und nachts auftretende Jucken nach; es trat Abschilferung ein. Nach 13 Tagen ließ sich die Haut fälteln. Am 16. und 20. Tag trat nach dem Tragen von langen, fest anliegenden Handschuhen erneutes, unangenehmes Jucken auf. Auch in diesem Fall waren Umschläge mit essigsaurer Tonerde ohne Erfolg; dagegen bewährte sich gegen das Jucken auch hier häufiges Einreiben von Zinkpuder und das Vermeiden jedes Drucks der Infektionsstelle.

Die dritte Infektionsstelle am rechten Unterarm (Beugeseite), auf die ein Blütenstiel und ein etwa 2½ cm im Quadrat großes Laubblatt mit der Unterseite unter einem Uhrglas aufgebracht worden war, entzündete sich erst deutlich am 16. Tag; nach diesem Zeitraum wurden Knötchen bemerkt, die in Quaddeln, auf stark gerötetem, geschwollenem Grunde stehend und heftig juckend, übergingen.

Auch hier heilten die Dermatitiden ohne Narbenbildung ab; es blieb nur eine noch wochenlang bestehende Pigmentierung der Infektionsstellen beider Arme zurück. Der Harn zeigte auch bei dieser Versuchsperson keine pathologischen Eigenschaften.

Als besonders bemerkenswert ist noch eine Beobachtung hervorzuheben, die bisher anscheinend noch nicht veröffentlicht worden ist. Bei beiden Versuchspersonen trat nach Wochen und Monaten wiederholt — ohne erkennbare Ursache — an den früheren Infektionsstellen Jucken ein; anfänglich bildeten sich auch vereinzelte kleine, wenig prominente Knötchen an der früheren Infektionsstelle, die nach mehreren Stunden wieder verschwanden. Diese Spätwirkungen dürften einer Nachwirkung des Primelgifts auf die Hautgefäßnerven zuzuschreiben sein.

Zusammenfassend läßt sich sagen:

1. Die im vorliegenden Fall untersuchte, angeblich nichthautreizende Spielart von Primula obconica Hance, die an den oberirdischen Teilen stark mit echten Drüsenhärchen bedeckt war, erzeugte bei geeigneter Berührung empfindlicher Hautstellen bei beiden Versuchspersonen die bekannte, aus Ekzem (Papeln, Bläschen, die sezernieren und später abschuppen) und Erysipel sich zusammensetzende Dermatitis. Auch hier erwies sich das Drüsenhärchensekret der Primula obconica als ein isoliert auf Blut- und Lymphgefäße der menschlichen Haut wirkendes heftiges Gift, das indessen dauernde Gewebsveränderungen nicht hervorruft.

Diese Versuche sprechen gleichfalls dafür, daß eine absolute Immunität gegen das Primelgift nicht besteht. So lange das Bestehen der behaupteten Immunität beim Hantieren mit der Becherprimel nicht einwandfrei im Versuch am Menschen erwiesen ist, muß es bezweifelt werden.

2. Die Entzündungserscheinungen stellten sich nach einer Inkubationszeit von mehreren Stunden bis zu 16 Tagen ein; die Dermatitis blieb in allen Fällen örtlich begrenzt und dehnte sich nur konzentrisch aus. Eine Weiterverbreitung auf entfernt liegende Hautstellen fand nicht statt; wo eine Entzündung an anderen als den im Experiment infizierten Stellen sich zeigte, ließ sich die Übertragung von Drüsenhärchensekret durch Finger oder Gegenstände, die infiziert waren, nachweisen. Schwellung der regionären Lymphdrüsen, Allgemeinstörungen und Nierenreizungen konnten nicht beobachtet werden, obwohl bei beiden Versuchspersonen zeitweilig die beiden Unterarme entzündet waren. Die Dermatitis heilte ohne Narbenbildung ab.

3. Gegen das zeitweilig, insbesondere abends und nachts auftretende mehr oder weniger heftige Jucken bewährte sich häufiges Einreiben mit Zinkpuder und Schutz der Infektionsstellen vor Druck; Einpinseln von Resorzinlösung und Um-

schläge mit essigsaurer Tonerde brachten keine Erleichterung; Salbenverbände vergrößerten den Rötungsbezirk und bewirkten heftiges Brennen der Ränder der Infektionsstellen.

4. An den abgeheilten Hautstellen, die anfänglich noch dunkle Pigmentierung zeigten, traten — worauf bisher noch nicht hingewiesen zu sein scheint — Wochen und Monate nach dem Abheilen der Entzündung plötzlich juckende Schmerzen, zum Teil begleitet von der Bildung jedesmal rasch vorübergehender Knötchen, auf. Diese akuten Nachschübe, die sich ohne nachweisbare Ursache bei beiden Versuchspersonen einstellten, hatten nichts mit dem Vorhandensein von Primelgiftstoff zu tun; sie sind auf Nervenwirkung zurückzuführen.

5. Nach diesen Erfahrungen darf eine Primula obconica (oder eine sonstige hautreizende Pflanze) nur dann als nichthautreizend angesprochen werden, wenn sie auch bei wiederholter und intensiver Berührung empfindlicher Hautstellen keinerlei Entzündungs- oder Reizerscheinungen hervorruft; für die Primula obconica ist eine solche ungiftige Spielart noch nicht bekannt.

Erläuterungen zu den Tafeln I bis III.

Tafel I.

Abb. 1. Drüsenhaare der oberirdischen Teile einer Primula obconica (Epidermis eines Blütenstiels) bei 30facher Vergrößerung.

Abb. 2. Drüsenhaare der oberirdischen Teile einer Primula obconica (Epidermis eines Blütenstiels) bei 300facher Vergrößerung.

Abb. 3. Versuchsperson I. Hautstelle 40 Stunden nach der Berührung des linken Unterarms mit der Primula obconica am 14. 12. 1912.

Abb. 4. Versuchsperson I. Linker Unterarm, die erste (untere) Hautstelle 14 Tage, die zweite (obere) Hautstelle 11 Tage nach der ersten Infektion zeigend. Die Bläschen und Blasen an den beiden Infektionsstellen, die dazwischen liegenden Knötchen und der Bezirk der Schwellung sind deutlich zu erkennen.

Tafel II.

Abb. 5. Versuchsperson I. Linker Unterarm, Primel-Hautentzündung im Zustand der größten Ausdehnung (4. 1. 1913); die eigentlichen Infektionsstellen sind deutlich zu erkennen; die Dermatitis schuppt bereits ab. Die gestrichelten Linien in der Armbeuge und nahe dem Handgelenk geben den Rötungsbezirk an.

Abb. 6. Versuchsperson I. Rechter Unterarm, Primel-Hautentzündung 12 Tage nach erfolgter Infektion, gleichzeitig mit Fig. 4 aufgenommen. Bläschenbildung, Schwellungsbezirk und die verstreut stehenden Knötchen sind deutlich zu erkennen (der Arm hatte bei der photographischen Aufnahme eine andere Lage als bei Fig. 7).

Abb. 7. Versuchsperson I. Rechter Unterarm, Primel-Hautentzündung, 19 Tage nach erfolgter Infektion, gleichzeitig mit Fig. 5 aufgenommen, den Rückgang der Dermatitis zeigend.

Tafel III.

Abb. 8. Versuchsperson I. Rechtes Handgelenk Primel-Hautentzündung. Unbeabsichtigte Infektion durch Übertragung des Drüsenhärchensekrets von der Kante des Arbeitstisches, auf dem die Primula obconica stand.

Abb. 9. Versuchsperson I, Linke Hand. Primel-Hautentzündung. Unbeabsichtigte Infektion durch Übertragung des Drüsenhärchensekrets beim Hantieren mit der Primula obconica. An den End- und Mittelphalangen aller fünf Finger sind die Knötchen, teils im Zustand der Abschuppung, deutlich zu erkennen.

Ende des 1. Heftes.
Abgeschlossen am 14. Januar 1914.

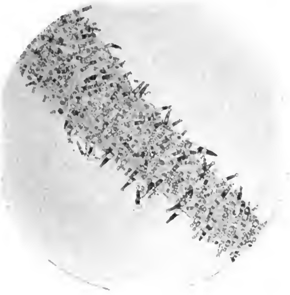


Fig. 1.

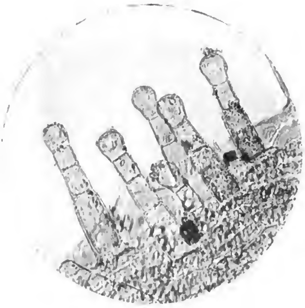


Fig. 2.



Fig. 3



Fig. 4.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Fig. 8.



Fig. 9.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Weitere Untersuchungen über Schweinepest.

Von

Prof. **Dr. Uhlenhuth,**
Geh. Reg.-Rat, ord. Professor f. Hygiene an der Universität Straßburg i. E., früherem Direktor der Bakteriologischen Abteilung im Kaiserl. Gesundheitsamte

Prof. **Dr. Haendel,**
Reg.-Rat. Direktor des Königl. Institutes für Hygiene und Infektionskrankheiten in Saarbrücken, früherem Mitglied des Kaiserl. Gesundheitsamtes

Dr. Gildemeister,
Wissenschaftlichem Mitglied des Königl. Hygienischen Institutes in Posen, früher komm. zum Kaiserl. Gesundheitsamte

und

Dr. K. Schern,
Ord. Professor für Tierseuchenforschung an d. Universität Ames (Jowa-U. S. A.), früherem wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel IV—V.)

Über die im Kaiserlichen Gesundheitsamte im Jahre 1907 von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz aufgenommenen, das Wesen und die Bekämpfung der Schweinepest betreffenden Arbeiten ist bereits in zwei vorangegangenen Mitteilungen (1) (2) an dieser Stelle ausführlich berichtet worden. Diese Untersuchungen wurden von uns in den letzten Jahren fortgeführt. Die Versuche erstreckten sich dabei in erster Linie auf solche Fragen, welche für die praktische Bekämpfung der Seuche von Bedeutung waren. Über die hierbei erzielten Ergebnisse soll nachstehend ein abschließender Bericht unter Wiedergabe ausführlicher Protokolle gegeben werden.

Zunächst haben wir die bereits früher in Angriff genommenen Versuche über die Haltbarkeit und die Resistenz des Virus im allgemeinen, sowie namentlich über seine Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Agentien fortgesetzt, um ein für die Verhältnisse der Praxis brauchbares, das Schweinepestvirus sicher abtötendes Desinfektionsmittel ausfindig zu machen.

I. Versuche über die Haltbarkeit und Resistenz des Virus.

a) Desinfektionsversuche.

Von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz (1) (2) waren bereits umfangreiche Untersuchungen über die virusabtötende Wirkung von Karbolsäure, Sublimat, Antiformin, Formalin, Wittol, Jodjodkalium, Wasserstoffsuperoxyd, Harnstoff, Glyzerin,

taurocholsaurem Natrium, Chloroform, Ozon ausgeführt worden. Es hatte sich dabei ergeben, daß dem Virus im allgemeinen eine erhebliche Widerstandsfähigkeit den benutzten chemischen Reagentien gegenüber zukommt. Allerdings war bei der Beurteilung der erhaltenen Ergebnisse in Betracht zu ziehen, daß die Versuche ausschließlich mit virushaltigen Serumfiltraten, also stark eiweißhaltigen Flüssigkeiten, ausgeführt worden waren und deshalb insofern keinen sicheren Anhalt für die absolute Resistenz des Virus gegenüber den angewandten Mitteln gaben, weil die Desinfektionsmittel in eiweißhaltiger Flüssigkeit meist eine geringere Wirksamkeit entfalten als in rein wässerigen Lösungen. Allerdings wird ja auch für die Desinfektion in der Praxis meistens in eiweißhaltigen Medien befindliches Virus in Betracht kommen. Andererseits erschien es aber doch notwendig, um über die absolute Resistenz des Virus gegenüber den Desinfektionsmitteln näheren Aufschluß zu erhalten, auch Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit des Virus in nicht eiweißhaltigen Medien anzustellen, zumal in dem stark virushaltigen Urin schweinepestkranker Schweine eine geeignete Flüssigkeit für solche Versuche zur Verfügung stand. Es sind deshalb von uns verschiedene vergleichende Versuchsreihen sowohl mit virushaltigen Serumfiltraten wie mit virushaltigem Urin mit einigen der bereits von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz geprüften Desinfektionsmittel sowie namentlich mit Kalkmilch, Chlorkalk und Kresolseifenlösung durchgeführt worden, da die letztgenannten Mittel mit in erster Linie für die Desinfektion unter den Verhältnissen der Praxis in Betracht kamen. In einigen Versuchen haben wir auch die Widerstandsfähigkeit des Virus gegen Lysol sowie gegen Soda- und Seifenlösungen geprüft.

Wir benutzten dabei dieselbe Technik, welche bereits von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz bei Durchführung ihrer Versuche angewandt worden war. Es wurden jeweils 10 ccm virushaltiges Serumfiltrat oder virushaltiger Urin mit gleichen Teilen der wässerigen Lösung des betreffenden Desinfektionsmittels versetzt und das Gemisch, welches dann das Desinfektionsmittel im Vergleich zu der zugesetzten Lösung in halber Konzentration enthielt, während bestimmter Zeiten bei Zimmer- oder Eisschranktemperatur gehalten. Die Mischung wurde in weiten Reagenzgläsern vorgenommen und der Inhalt der einzelnen Röhrchen dann, um eine gründliche Durchmischung zu erzielen und zu verhüten, daß etwa an den Wandungen der Gläser haftendes Material mit dem Desinfiziens nicht genügend in Berührung kam, in ein neues Reagenzglas übergegossen. Nach Ablauf der beabsichtigten Einwirkungsdauer der Desinfektionsmittel wurde die Mischung dann ca. 8 Wochen alten Ferkeln intramuskulär injiziert. Die Tiere wurden einzeln in besonderen, desinfizierbaren eisernen Käfigen oder besonderen Buchten in verschiedenen Stallungen untergebracht. Nachstehend sind eine Anzahl unserer Versuchsprotokolle ausführlich wiedergegeben, aus denen der Verlauf und die Ergebnisse der einzelnen Versuche ersichtlich sind.

Sublimat.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva [1])
1	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm einer 2‰igen Sublimatlösung. Das Gemisch bleibt 3 Tage im Eisschrank.	11. 11.	13. 11. munter 16. 11. struppiges Aussehen, wird anscheinend krank 21. 11. frißt nicht, abgemagert, krank 26. 11. stark abgemagert, Durchfall.	27. 11. verendet.	Blutungen in Leber und Niere. Hämorrhagische Entzündung der Magenschleimhaut. In der Schleimhaut des Hüft- u. Blinddarmes finden sich zahlreiche runde, schmutzig-graugelbe, nekrotische Herde bis Linsen- und Pfennigstückgröße.	negativ.	+
2	Wie 1. das Gemisch wird gegen Licht geschützt bei Zimmertemperatur aufbewahrt.	11. 11.	13. 11. munter 21. 11. munter 26. 11. frißt schlecht 4. 12. stark abgemagert, Durchfall 10. 12. stark abgemagert, Durchfall 21. 12. stark abgemagert, Durchfall 5. 1. Tier ist Kümmerer geworden.	15. 1. entblutet.	Organe ohne Besonderheiten.	negativ.	+
3	10 ccm Urin eines pestkranken Schweines + 10 ccm einer 2‰igen Sublimatlösung. Das Gemisch bleibt 15 Minuten bei Zimmertemperatur stehen und wird alsdann intramuskulär injiziert.	11. 11.	13. 11. munter 17. 11. gesund 9. 12. „ 28. 12. „	—	Am 28. 12. in den Seuchenstall gesetzt. Verendet am 14. 1. an typischer Pest.	negativ.	—
4	Wie 3.	11. 11.	13. 11. munter 17. 11. gesund 25. 11. macht etwas kranken Eindruck 27. 11. frißt schlecht 28. 11. macht kranken Eindruck, struppiges Aussehen, Pocken 30. 11. abgemagert 6. 12. besser, erholt sich 10. 12. munter 28. 12. munter.	—	Am 28. 12. in den Seuchenstall gesetzt, erkrankt nicht. Das Ferkel wird später zu einem Dourineversuch abgegeben.	—	—
5	10 ccm Virus-Serumfiltrat im Dunkeln bei Zimmertemperatur gestanden. Kontrolle zu 1 und 2.	11. 11.	17. 11. nicht recht munter 18. 11. verklebte Aug. 25. 11. krank, Pocken 29. 11. abgemagert, Durchfall.	3. 12.	Außerordentlich zahlreiche Geschwüre in der Dickdarmschleimhaut.	negativ.	+

[1]) + = positiver Befund, — = nicht untersucht, 0 = negativer Befund.

Sublimat.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
6	10 ccm Urin von einem pestkranken Schwein (dieselbe Herkunft wie bei 3 und 4) Kontrolle zu 3 und 4.	11. 11.	17. 11. etwas Durchfall 20. 11. krank, verklebte Augen, Durchfall, Pocken 25. 11. Durchfall, Pocken 2. 12. schwer krank 8. 12. stark abgemagert.	10. 12.	Beiderseitige Bronchitis und Lungenentzündung. Diphtherische Herde in der Schleimhaut der Hüftblinddarmgegend. Blutungen in der Nierenrinde.	negativ.	+

Karbolsäure.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
7	10 ccm Urin eines pestkranken Schweines. + 10 ccm 5% Karbolsäurelös. werden gemischt, 10 Min. im Dunkeln bei Zimmertemperatur belassen und alsdann intramuskulär injiziert.	17. 10.	22. 10. munter 26. 10. krank, verklebte Augen 28. 10. krank, dicke Augen, Durchfall 5. 11. sehr schwach, schwer krank.	7. 11. in extremis entblutet.	Lungen: beide Vorderlappen graurot, derb. Dickdarmschleimhaut stark geschwollen, dunkelrot. Blutungen i. der Nierenwand.	In allen Organen u. im Darm Bac. suipestifer. Außerdem in den Lungen Bac. suisepticus.	+
8	Wie 7. Einwirkungsdauer der Karbolsäurelösung jedoch 15 Minuten.	17. 10.	22. 10. munter 26. 10. verklebte Augen, Durchfall, Pocken 28. 10. Durchfall, Pocken 30. 10. sehr schwach.	31. 10. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut in der ganzen Ausdehnung stark geschwollen und gerötet, in der Nähe der Hüftblinddarmklappe einzelne kleine nekrotische Herde.	Nur in der Milz Bac. suipestifer in geringer Anzahl.	+
9	10 ccm Urin eines pestkranken Schweines Kontrolle zu 7 und 8.	17. 10.	22. 10. munter 23. 10. anscheinend krank 26. 10. krank, verklebte Augen, Durchfall 30. 10. abgemagert, Durchfall 2. 11. sehr schwach.	6. 11. in extremis getötet.	Dickdarmschleimhaut weist zahlreiche erbsengroße nekrotische Herde auf, Milz vergrößert, recht. unterer Lungenlappen hepatisiert.	Im Darm Bac. suipestifer nachgewiesen, in den Organen nicht.	+

Antiformin.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
10	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 10% Antiforminlösung werden gemischt, bleiben 1 Stunde bei Zimmertemperatur stehen und werden alsdann intramuskulär injiziert.	11. 7.	18. 7. gesund 25. 7. „ 2. 8. „ 11. 8. „	11. 8. geschlachtet.	An den Organen und am Darm keine krankhaften Veränderungen wahrnehmbar.	In den Organen keine Bakterien nachweisbar.	—

Antiformin.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
11	Wie 10.	11. 7.	18. 7. gesund 25. 7. „ 2. 8. „ 11. 8. gesund, wird in den Seuchenstall gesetzt 16. 8. sieht krank aus, Pocken 19. 8. dicke Augen, Durchfall 23. 8. schwer krank.	24. 8.	Dickdarmschleimhaut in ihrer ganzen Ausdehnung stark gerötet, hauptsächlich in der Gegend der Hüftblinddarmklappe zahlreiche linsengroße nekrotische Herde. Hämorrhagische Entzündung der Magenschleimhaut.	In den Organen nnd im Darm Bac. suipestifer.	25. 7. 0 2. 8. 0 16.8. +
12	10 ccm Virusserum filtrat Kontrolle zn 10 u. 11.	11. 7.	18. 7. sieht krank aus, verklebte Augen 22. 7. Durchfall, Pocken 24. 7. schwer krank.	25. 7. in extremis entblutet.	Rechte Lnnge größtent. hepatisiert. In der Dickdarmschleimhaut zahlr. linsen b. zehnpfennigstückgroße nekrotische Herde.	In Milz, Lunge nnd im Darm Bac. snipestifer.	+
13	10 ccm Urin eines pestkr. Schweines + 10 ccm einer 4 % Antiforminlösung werd. gemischt u. nach 15 Min. intramuskulär injiziert.	26. 9.	30. 9. gesund 2. 10. Infiltration an d. Injektionsstelle 5. 10. gesund, Nekrose an der Injektionsstelle 9. 10. wie vorher.	14. 10. entblutet.	Organe ohne Besonderheiten. An der Injektionsstelle geringe Nekrose.	negativ.	—
14	Wie 13.	26. 9.	30. 9. gesnnd 5. 10. „ 12. 10. „ 22. 10. nicht sichtlich krank, wird in den Senchenstall gesetzt 30. 10. sieht krank aus, Pocken 2. 11. schwer krank 3. 11. †.	3. 11.	Stark abgemagerter Kadaver. Zahlr. über d. ganze Dickdarmschleimhaut verbreitete zehnpfennigstückgroß. Geschwüre, hämorrhagische Entzündnng der Magenschleimhaut, Hepatisation der linken Lunge.	In der Lunge, im Darm, in der Leber Bact. coli.	—
15	10 ccm desselben Urins, den die Ferkel Nr. 13 nnd 14 erhalten haben Kontrolle.	26. 9.	1. 10. die Augen sind verklebt, das Tier sieht krank aus 6. 10. schwer krank.	7. 10. in extremis entblutet.	Zahlreiche über die Dickdarmschleimhaut verbreitete Geschwüre.	In Leber, Milz, Niere Bac. suipestifer.	—
16	10 ccm Urin, der bei der Sektion einem pestkr. Schwein aus der Blase entnommen wurde, + 10 ccm 4 % Antiforminlösung werden gemischt, nach 5 Min. mit 20 ccm physiol. Kochsalzlösung (zur Vermeidung von Nekrosen verdünnt) n. sofort intramuskulär injiziert.	9. 10.	14. 10. munter 19. 10. mnnter 22. 10. die Augen sind verklebt, krank 26. 10. schwer krank 30. 10. schwer krank.	31. 10. in extremis entblutet.	Kadaver in schlechtem Ernährungszustande. Die Spitzen und Mittellappen beider Lungen sind hepatisiert. Am Darm nichts Besonderes.	Milz: Bac. suipestifer Lunge: Bact. coli und Staphylokokken.	—

Antiformin.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
17	Wie 16, jedoch wird die Urin-Antiforminmischung erst nach 10 Minuten mit Kochsalzlösung verdünnt und injiziert.	9. 10.	14. 10. munter 19. 10. verklebte Augen 22. 10. krank 26. 10. schwer krank.	26. 10. in extremis entblutet.	Stark abgemagerter Kadaver. Auf der Dickdarmschleimhaut finden sich 2 ca. dreimarkstückgroße nekrotische Herde.	Leber: Bac. coli u. Bac. suipestifer.	—
18	10 ccm desselben Urins wie 16 u. 17 Kontrolle zu 16 u. 17.	9. 10.	14. 10. sieht krank aus 15. 10. krank 17. 10. schwer krank.	18. 10. in extremis entblutet.	Viele nekrotische Herde in der Dickdarmschleimhaut. Die Schleimhaut der Hüftblinddarmklappe zeigt eine gleichmäßige Geschwürsfläche. Diphtherische Veränderungen der Magenschleimhaut.	Organausstriche steril.	—

Kresolseifenlösung.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
19	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 12%iger Kresolseifenlösung werden gemischt, bleiben 1 Stunde im Dunkeln bei Zimmertemperatur stehen und werden alsdann intramuskulär injiziert.	4. 6.	7. 6. munter 13. 6. „ 19. 6. „ 28. 6. „ 9. 7. „ 3. 8. klinisch gesund.	3. 8. entblutet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen.	negativ.	—
20	Wie 19.	4. 6.	7. 6. munter 13. 6. „ 19. 6. „ 23. 6. „ 29. 6. klinisch gesund.	29. 6. entblutet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen.	negativ.	—
21	10 ccm Virusserumfiltrat derselben Herkunft wie bei 19 und 20 + 10 ccm physiol. Kochsalzlösung werden gemischt, 1 Std. bei Zimmertemperatur im Dunkeln belassen und alsdann intramuskulär injiziert Kontrolle zu 19 und 20.	4. 6.	11. 6. etwas verklebte Augen 13. 6. krank 16. 6. blaue Ohren, frißt nicht, schwer krank.	16. 6. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut entzündlich geschwollen und gerötet, vereinzelte linsengroße nekrotische Herde. Hämorrhagische Entzündung der Magenschleimhaut.	negativ.	+

Kresolseifenlösung.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
22	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 6 % Kresolseifenlösung werden gemischt, 1 Stunde bei Zimmertemperatur im Dunkeln belassen und alsdann intramuskulär injiziert.	9. 7.	13. 7. munter 19. 7. nicht ganz munter 22. 7. munter 28. 7. munter.	28. 7. entblutet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen.	negativ.	—
23	Wie 22.	9. 7.	13. 7. munter 19. 7. „ 23. 7. „ 29. 7. „ 1. 8. klinisch gesund.	1. 8. entblutet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen.	negativ.	0
24	10 ccm Virusserumfiltrat derselben Herkunft wie bei 22 und 23 + 10 ccm physiol. Kochsalzlösung werden gemischt, 1 Stunde bei Zimmertemperatur belassen und alsdann intramuskulär injiziert.	9. 7.	13. 7. munter 15. 7. frißt schlecht, trübe Augen 19. 7. krank, Durchfall 25. 7. krank, Durchfall 27. 7. schwer krank, typische Haltung.	27. 7. in extremis entblutet.	In der Gegend der Hüftblinddarmklappe zeigt die Schleimhaut mehrere nekrotische Herde.	In der Lunge Bac. suipestifer, übrige Organe negativ.	+
25	10 ccm Urin von einem pestkranken Ferkel + 10 ccm 6 % Kresolseifenlösung werden gemischt, eine Stunde im Dunkeln bei Zimmertemperatur belassen und alsdann intramuskulär injiziert.	1. 10.	6. 10. munter 11. 10. „ 18. 10. „ 25. 10 klinisch gesund, wird in den Seuchenstall gesetzt 29. 10. frißt schlecht 3. 11. sichtbar krank, Durchfall 6. 11. schwer krank.	6. 11. in extremis entblutet.	Zahlreiche Blutungen in der geschwollenen Dickdarmschleimhaut, diphtherische Auflagerungen auf der Dünndarmschleimhaut.	negativ.	25. 10. negativ 3. 11. positiv.
26	Wie 25.	1. 10.	6. 10. munter 14. 10. munter 25. 10. klinisch gesund.	25. 10. geschlachtet.	An den Organen und am Darm keine sichtbaren Veränderungen.	negativ.	—
27	Wie 25. Einwirkungsdauer der Kresolseifenlösung ¼ Stunde.	1. 10.	6. 10. munter 11. 10. „ 17. 10. „ 25. 10. klinisch gesund.	25. 10. geschlachtet.	An der Injektionsstelle ein leichtes Infiltrat. Am Darm und an den Organen keine sichtbaren Veränderungen.	negativ.	—

Kresolseifenlösung.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
28	10 ccm Urin derselben Herkunft wie bei 25—27 + 10 ccm physiol. Kochsalzlösung werden gemischt, 1 Stunde bei Zimmertemperatur belassen und alsdann intramuskulär injiziert Kontrolle zu 25—27.	1. 10.	8. 10. frißt schlecht, sieht krank aus 10. 10. frißt schlecht, sieht krank aus 14. 10. krank, Pocken, Durchfall 15. 10. schwer krank, blaue Ohren 17. 10. blaue Ohren und blauer Nabel.	17. 10.	Zahlreiche diphtherisch-nekrotische Herde auf der Dickdarmschleimhaut. Blutungen in der Nierenrinde.	negativ.	—
29	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 6% Kresolseifenlösung werden gemischt, bleiben ½ Stunde bei Zimmertemperatur im Dunkeln stehen u. werden dann intramuskulär injiziert.	19. 10.	23. 10. munter 24. 10. munter 25. 10. etwas dicke Augen 27. 10. Durchfall, macht kranken Eindruck 3. 11. etwas besser 4. 11. etwas besser.	4. 11. geschlachtet.	Organe und die Darmschleimhaut ohne Besonderheiten.	negativ.	28. 10. rechtes oberes Augenlid + 1. 11. Konjunktivalabstriche beider Augen + 4. 11. +
30	Wie 29.	19. 10.	23. 10. munter 24. 10. „ 27. 10. Durchfall 3. 11. Durchfall, macht krank. Eindruck, frißt nicht 6. 11. besser 10. 11. munter 15. 11. munter 28. 11. macht wied. kränkeren Eindruck, Durchfall 6. 1. stark abgemagert, frißt schlecht 15. 1. Kümmerer.	30. 1. verendet.	Die Schleimhaut des Dickdarms ist vollständig mit diphtherisch-nekrotischen Massen bedeckt. Der Darm teilweise völlig in eine starre Röhre umgewandelt. Die übrigen Organe ohne Besonderheiten.	In Leber, Milz, Niere, Bazillus enteritidis Gärtner.	26. 10. l. oben positiv 1. 11. + 9. 11. 0 14. 11. 0 9. 12. 0 5. 1. + 30. 1. 0
31	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung, ½ Stunde bei Zimmertemperatur im Dunkeln aufbewahrt und dann intramuskulär injiziert Kontrolle zu 29 u. 30.	19. 10.	22. 10. munter 24. 10. rechtes Auge verklebt 26. 10. deutlich krank, Durchfall 28. 10. in extremis.	28. 10. †	Die geschwollene Dickdarmschleimhaut mit außerordentlich zahlreichen Blutungen durchsetzt. In der Blinddarmgegend einzelne stecknadelkopfgroße Geschwüre.	negativ.	24. 10. + 26. 10. 0

Lysol.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
32	10 ccm Virusserumfiltrat. + 10 ccm 6% Lysollösung werden gemischt, 1 Stunde bei Zimmertemperatur im Dunkeln gehalten und dann intramuskulär injiziert.	11. 4.	16. 4. munter 21. 4. hustet etwas, sonst munter 23. 4. sieht etwas struppig aus, frißt aber gut 26. 4. frißt schlechter 28. 4. wieder munterer 30. 4. munter.	2. 5. geschlachtet.	Organe und Darmschleimhaut ohne Besonderheiten.	Organe steril, im Darm Bac. Pestifer.	—

Lysol.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
33	Wie 32.	11. 4.	15. 4. hustet 19. 4. hustet, sonst munter 21. 4. frißt schlecht, macht kranken Eindruck 23. 4. schwer krank, hustet ziemlich stark.	26. 4. in extremis entblutet.	Im vorderen Abschnitt des linken Zwerchfelllappens finden sich einige Läppchengruppen, welche wie die Spitzen- und Herzlappen der rechten Lunge graurot aussehen und sich derb anfühlen. Dickdarmschleimhaut stellenweise mit punktförmigen bis hanfkorngroßen dunkelrot. Blutungen und Flecken durchsetzt.	Lungenausstrich = Bac. Pestifer. Ausstriche von den übrigen Organen steril. Darm kein Pestifer nachweisbar.	—
34	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung nach Mischg. 1 Std. bei Zimmertemperatur i. Dunkeln gehalten und dann injiziert.	11. 4.	14. 4. munter 15. 4. frißt schlecht, struppig 18. 4. verklebte Augen, starker Durchfall 19. 4. schwer krank, blaue Ohren.	19. 4. geschlachtet.	Schleimhaut des Dickdarms entzündlich gerötet, weist zahlreiche, frische Geschwüre auf. In den Vorderlappen beider Lungen verdichtete Stellen.	negativ.	—

Kalkmilch.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
35	15 ccm Virusserumfiltrat + 15 ccm Kalkmilch (1:4) gemischt und wiederholt umgegossen, 20 Minuten bei Zimmertemperatur im Dunkeln aufbewahrt und dann an 2 Stellen intramuskulär injiziert.	11. 8.	15. 8. munter 17. 8. An Injektionsstellen geringe Nekrose 21. 8. munter 3. 9. „ 29. 9. „ Wird zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall gesetzt 6. 10. munter 9. 10. dicke Augen, wirk krank.	11. 10. plötzlich † im Seuchenstall aufgefunden.	Akute hämorrhagische Entzündung der Schleimhaut des Magens und des Darmes. Milz und Leber vergrößert, stark blutreich. Blutungen in den Nieren.	Leber und Milz Bac. Pestifer.	—
36	15 ccm Virusserumfiltrat + 15 ccm Kochsalzlösung gemischt nach 20 Minuten langem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert. Kontrolle zu Nr. 35.	11. 8.	13. 8. munter 15. 8. munter 17. 8. rechtes Auge verklebt 19. 8. beide Augen verklebt, krank, Durchfall.	23. 8. in extremis entblutet.	In der Blinddarmschleimhaut 2 etwa zehnpfennigstückgroße, scharf begrenzte Herde. In der Schleimhaut des Grimmdarms mehrere bis markstückgroße Flecke, deren schmierige Oberfläche sich leicht abstreichen läßt.	negativ.	—

Kalkmilch.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
37	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kalkmilch (1 : 4) gemischt, nach 20 Minuten langem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert Vergl. auch Nr. 250. S. 208.	6. 10.	8. 10. munter 11. 10. munter, Injektionsstelle geschwollen 13. 10. munter, an Injektionsstelle geringe Nekrose 30. 10. mnnter 11. 11. munter, Nekrose verheilt 29. 11. munter Versuch abgeschlossen.	—	—	Vgl. Nr. 250. Seite 208.	—
38	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kalkmilch gemischt, nach 20 Minuten langem Stehen intramuskulär injiziert Vgl. auch Nr. 253. S. 209.	6. 10.	8. 10. munter 11. 10. munter, Injektionsstelle geschwollen 13. 10. an Injektionsstelle geringe Nekrose 30. 10. munter 11. 11. munter 29. 11. munter, Nekrose verheilt 20. 12. gesund, in guter Entwicklung 25. 1. gesund.	8. 2. geschlachtet.	Alle Organe zeigen normalen Befund.	negativ.	—
39	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung, nach 20 Minuten langem Stehen intramuskulär injiziert Kontrolle zu 37 u. 38 Vgl. auch Nr. 251.	6. 10.	8. 10. munter 9. 10. munter 11. 10. beide Augen verschwollen 13. 10. beide Augen verklebt, Pocken, starker Durchfall, wird in Seuchenstall eingesetzt.	18. 10.	In der Dickdarmschleimhaut finden sich 4 bis erbsengroße frische Geschwüre. Blutungen in beiden Nieren.	In allen Organen Bac. suipestifer.	—
40	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kalkmilch nach $^1/_2$ stündigem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	11. 11.	15. 11. munter 20. 11. munter 25. 11. struppig, frißt schlecht 27. 11. wird krank, etwas Durchfall, linkes Auge zugeschwollen, Pocken 5. 12. schwer krank.	8. 12. entblntet tet.	Auf Dickdarmschleimhaut zahlreiche nekrotische Herde.	negativ.	—
41	Wie 40.	11. 11.	15. 11. munter 20. 11. beide Augen verklebt, Pocken 21. 11. starker Durchfall.	23. 11. entblntet.	Dickdarmschleimhaut mit 20 erbsen- bis zehnpfennigstückgroßen Geschwüren besetzt. Milz und Leber vergrößert. Blutungen in beiden Nieren. Injektionsstelle Abszeß.	negativ.	—

Kalkmilch.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
42	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung nach ½-stündigem Stehen intramuskulär injiziert Kontrolle zu 40 u. 41.	11. 11.	18. 11. munter 22. 11. verklebte Augen 24. 11. sieht krank aus, struppig, frißt schlecht, Pocken 1. 12. schwer krank.	stirbt plötzlich am 3. 12.	Dickdarmschleimhaut mit außerordentlich zahlreichen frischen Geschwüren besetzt.	negativ.	—
43	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kalkmilch nach 1 stündigem Stehen intramuskulär injiziert.	24. 12.	28. 12. munter 2. 1. verklebte Augen, Pocken 9. 1. schwer krank.	11. 1. entblutet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	—
44	Wie 43.	24. 12.	3. 1. Krämpfe 4. 1. besser 7. 1. deutlich krank, Pocken, Durchfall.	11. 1. entblutet.	Desgl.	negativ.	—
45	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung nach 1stündigem Stehen intramuskulär injiziert Kontrolle zu 43 u. 44.	24. 12.	2. 1. munter 5. 1. matt, frißt schlecht 7. 1. deutlich krank, struppig u. Pocken 9. 1. schwer krank.	11. 1. entblutet.	Desgl.	negativ.	—
46	10 ccm filtrierter Urin (aus der Blase eines schweinepestkranken Tieres nach dem Tode entnommen) + 10 ccm Kalkmilch nach 15 Minuten langem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	6. 10.	9. 10. munter 11. 10. Injektionsstelle geschwollen 13. 10. Nekrose an Injektionsstelle 25. 10. munter 15. 11. munter.	23. 11. geschlachtet.	An Injektionsstelle taubeneigroße Einschmelzung Organe normal.	negativ.	—
47	Wie 46.	6. 10.	9. 10. munter 11. 10. Injektionsstelle geschwollen 13. 10. Nekrose an Injektionsstelle 25. 10. munter 20. 11. munter 15. 12. Versuch abgeschlossen.	15. 12. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
48	10 ccm Urin (wie 46 und 47) + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt nach 15 Minuten langem Stehen intramuskulär injiziert Kontrolle zu 46 u. 47.	6. 10.	9. 10. munter 11. 10. Lider geschwollen, matt 13. 10. Augen total verklebt, Pocken, Durchfall 14. 10. schwer krank.	18. 10.	Schlechter Ernährungszustand, auf dem Rücken und an den Seiten krustöses Ekzem. Darmschleimhaut entzündlich gerötet, sonst intakt.	negativ.	—

Chlorkalk.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
49	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Chlorkalk (1 Teil Chlorkalk zu 5 Teil. Wasser) gemischt, nach 1-stündigem Stehen im Dunkeln bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	11. 4.	14. 4. munter 15. 4. Injektionsstelle geschwollen 17. 4. Nekrose an Injektionsstelle 26. 4. Nekrotischer Schorf stößt sich ab, munter 2. 5. munter.	2. 5. geschlachtet.	Völlig normaler Befund.	negativ.	—
50	Wie 49.	11. 4.	14. 4. munter 15. 4. Injektionsstelle geschwollen 17. 4. Nekrose an Injektionsstelle, die aber kleiner ist, wie bei 49 21. 4. Nekrosestelle abgeheilt 30. 4. munter 6. 5. desgl.	6. 5. geschlachtet.	Desgl.	negativ.	—
51	10 ccm Virus + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt nach 1stündigem Stehen bei Zimmertemperatur injiziert. Kontrolle zu 49 u. 50.	11. 4.	14. 4. munter 16. 4. matt, frißt schlecht. Lider d. linken Auges geschwollen 19. 4. schwer krank, total verklebte Augen, blaue Ohren, Durchfall.	19. 4. entblutet.	Schleimhaut des Dickdarms entzündlich gerötet, mit zahlreichen frischen, typisch. Geschwüren besetzt. In den Vorlappen beider Lungen verdichtete Stellen.	negativ.	—
52	10 ccm filtrierter Urin von schweinepestkrank. Ferkel + 10 ccm Chlorkalklösung (1 : 5) gemischt, nach 1-stündigem Stehen intramuskulär injiziert.	23. 4.	25. 4. starke Nekrose an der Injektionsstelle 27. 4 Tier liegt viel, frißt gut 29. 4. Tier ist munterer 3. 5. munter 10. 5. munter.	10. 5. geschlachtet.	An Injektionsstelle faustgroße Einschmelzung. Organe ohne Besonderheiten.	negativ.	—
53	Wie 52.	23. 4.	25. 4. stark. Nekrose, Tier liegt 27. 4. Tier macht kranken Eindruck 29. 4. besser 3. 5. munter 10. 5. munter.	10. 5. geschlachtet.	An Injektionsstelle taubeneigroße Einschmelzung, sonst kein Befund.	negativ.	—
54	10 ccm filtriert. Urin wie bei 52 u. 53 + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt, nach 1stündigem Stehen intramuskulär injiziert Kontrolle zu 52 u. 53.	23. 4.	26. 4. munter 29. 4. matt, frißt schlecht 2. 5. total verklebte Augen, Pocken, Durchfall 4. 5. schwer krank 7. 5. schwer krank.	7. 5. in extremis entblutet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	—

Chlorkalk.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
55	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Chlorkalklösung (1 : 20) gemischt, nach 1stündigem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	26. 5.	30. 5. munter, keine Nekrose an der Injektionsstelle 4. 6. munter 12. 6. „ 23. 6. „	25. 6. geschlachtet.	Am Darm und an den Organen keine krankhaften Veränderungen erkennbar.	negativ.	0
56	Wie 55.	26. 5.	30. 5. munter, keine Nekrose an der Injektionsstelle 7. 6. munter 12. 6. „ 23. 6. „	25. 6. geschlachtet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen.	negativ.	0
57	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt, nach 1stündigem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	26. 5.	28. 5. munter 1. 6. krank 8. 6. verklebte Augen, Durchfall 11. 6. schwer krank.	11. 6. entblutet.	Schwere Diphtherie der Darmschleimhaut. Ausgedehnte katarrhalische Pneumonie.	Lunge: Bac. suisepticus, sonst negativ.	8. 6. +
58	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Chlorkalklösung (1 : 20) gemischt, nach 15 Minuten langem Stehen bei Zimmertemperatur intramuskulär injiziert.	4. 6.	7. 6. munter, keine Nekrose 13. 6. munter, einzelne Pocken. 21. 6. munter 27. 6. „ 29. 6. „	2. 7. geschlachtet.	Am Darm und an den Organen keine sichtbaren krankhaften Veränderungen. Injektionsstelle reaktionslos.	negativ.	0
59	Wie 58.	4. 6.	7. 6. munter, keine Nekrose 13. 6. munter 21. 6. „ 29. 6. „	29. 6. geschlachtet.	Normaler Befund. An Injektionsstelle taubeneigroße Infiltration.	negativ.	0
60	10 ccm Virusfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt, nach 15 Minuten langem Stehen bei Zimmertemperatur injiziert.	4. 6.	7. 6. munter 11. 6. Pocken, rechtes Auge verklebt 13. 6. deutlich krank, hustet.	19. 6. in schwer krankem Zustand geschlachtet.	Schleimhaut des Grimm-, Blind-, und Mastdarmes geschwollen und mit sehr zahlreichen kleinen Blutungen durchsetzt. Blutungen in der Rindenschicht der Nieren. Pneumonie in beiden Spitzenlappen.	Lunge: Pyocyaneus u. Coli. Leber: Pyocyaneus u. Kokken. Kein Pestif. od. Gärtner nachweisbar.	11. 6. +

Chlorkalk.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
61	10 ccm filtrierter Urin von einem schweinepestkranken Ferkel + 10 ccm Chlorkalklösung (1 : 20) gemischt, nach 15 Minnten langem Stehen intramnskulär injiziert.	27. 6.	1. 7. An der Injektionsstelle Infiltration, munter 7. 7. munter 15. 7. „ 20. 7. „ 23. 7. klinisch gesund.	23. 7. geschlachtet.	Normaler Befund. An der rechten Injektionsstelle nußgroßer Abszeß.	negativ.	0
62	Wie 61.	27. 6.	1. 7. mnnter 7. 7. „ 15. 7. „ 20. 7. „ 23. 7. klinisch gesund.	23. 7. geschlachtet.	Normaler Befund. An den Injektionsstellen keine Veränderungen.	negativ.	—
63	10 ccm filtrierter Urin (wie bei 61 und 62) + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt, nach 15 Minuten langem Stehen injiziert.	27. 6.	2. 7. dicke Augenlider, frißt schlecht 4. 7. deutlich krank, Augen verklebt 6. 7. schwer krank.	9. 7. in der Agonie entblutet.	Akute Form der Schweinepest.	negativ.	4. 7. +

Sodalösnng.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
64	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 6 % Sodalösnng gemischt, 2 Stunden bei 37° gehalten und dann intramuskulär injiziert.	8. 9.	15. 9. Pocken, sonst munter 21. 9. dicke Lider, matt 23. 9. deutlich krank 24. 9. sehr schwer krank, wird zur Virulenzerhaltung in Seuchenstall eingesetzt.	26. 9.	Im Dickdarm, namentlich in der Gegend der Hüftblinddarmklappe zahlreiche typische Geschwüre.	Darm, Leber: Pestifer.	—
65	Wie 64.	8. 9	15. 9. frißt schlecht 19. 9. dentlich krank, Durchfall 23. 9. schwer krank.	24. 9. verendet.	Akute hämorrhagische Form der Schweinepest.	negativ.	—
66	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm 6 % Schmierseifenlösung 2 Stunden bei 37° gemischt gehalten, dann an zwei Stellen intramuskulär injiziert.	8. 9.	15. 9. munter 21. 9. starke Infiltrationen an den Injektionsstellen 26. 9. matt, Infiltrationen wie am 21. 9. 30. 9. krank 5. 10. Durchfall.	10. 10. entblutet.	Dickdarmschleimhaut mit zahlreich. 5- bis 10 pfennigstückgroßen nekrotischen Herden besetzt. An beiden Injektionsstellen taubeneigroße Einschmelzungen. An den Organen keine krankhaften Veränderungen.	negativ.	—

Chlorkalk.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
67	Wie 66.	8. 9.	15. 9. munter 21. 9. starke Infiltrationen an den Injektionsstellen 26. 9. matt, Infiltrate wie am 21. 9., struppiges Aussehen 30. 9. wie am 26. 9. krank?	30. 9. geschlachtet.	Am Darm und an den Organen keine krankhaften Veränderungen zu erkennen. Taubeneigroße Einschmelzungen an beiden Injektionsstellen.	negativ.	—
68	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung 2 Stunden gemischt bei 37° gehalten, dann an zwei Stellen intramuskulär injiziert.	8. 9.	15. 9. matt 18. 9. deutl. krank, Durchfall 23. 9. schwer krank.	24. 9. in extremis entblutet.	Akute Form der Schweinepest.	negativ.	15. 9. + 24. 9. + 25. 9. 24 Std. nach dem Tode +

Aus den vorstehend angeführten Versuchen geht bezüglich der Wirksamkeit der einzelnen dabei angewandten Desinfektionsmittel hervor, daß Sublimat in 1‰ Lösung auch nach 3tägiger Einwirkung keine sichere Abtötung des Virus in eiweißhaltigem Medium bewirkt, wie dies bereits Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz festgestellt hatten. Dagegen war die Wirkung des Sublimats in der gleichen Konzentration bei den Desinfektionsversuchen mit virushaltigem Urin ganz erheblich viel besser, indem hier dieses Mittel in den beiden Versuchen schon nach einer Einwirkungszeit von nur 15 Minuten eine beträchtliche Schädigung des Virus, in einem Falle selbst völlige Abtötung bewirkt hatte.

Es ist bei der Beurteilung dieser Versuchsergebnisse allerdings zu berücksichtigen, daß sich die gegenüberstehenden Versuchsreihen insofern nicht ohne weiteres miteinander vergleichen lassen, weil bei ihnen nicht das gleiche Virus, sondern verschiedene Virusarten verwendet wurden, und deshalb an sich schon bezüglich der Menge und der Virulenz des Virus in beiden Fällen gewisse Ungleichheiten bestehen konnten. Der Unterschied in der Wirksamkeit des Sublimats und der anderen Desinfektionsmittel auf das Serum- und Urinvirus ist in den einzelnen Versuchsreihen aber doch so beträchtlich, daß er nicht allein durch eine etwaige Verschiedenheit der Menge und der Virulenz des jeweils benutzten Virus, sondern nur durch die intensivere Wirkung des Desinfektionsmittels auf das in eiweißfreier Flüssigkeit befindliche Virus erklärt werden kann.

Im Gegensatz zu Sublimat hatte Karbol in der gewöhnlich gebräuchlichen Konzentration das Virus auch in virushaltigem Urin nach 15 Minuten langer Einwirkung nicht nachweislich geschädigt. Versuche über die Einwirkung von Karbol auf virushaltige Serumfiltrate haben wir in diesen Reihen nicht weiter angestellt, weil dieses

Mittel nach den Erfahrungen von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz, sowie nach den Beobachtungen von v. Wassermann (3) das Virus in Serumfiltraten auch bei mehrtägiger Einwirkung nicht sicher abzutöten vermag.

Verhältnismäßig günstige Ergebnisse hatten Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz bei ihren Desinfektionsversuchen mit Antiformin erzielt, indem in Serumfiltraten das Virus durch 2,0%ige Antiforminlösung in 2 Stunden, durch 5 und 10%ige Lösungen des Mittels schon nach einer Stunde abgetötet wurde. Wir erhielten mit diesem Mittel, wie aus den vorstehenden Protokollen ersichtlich ist, bei Verwendung von virushaltigen Serumfiltraten ebenfalls entsprechende Resultate. Auf virushaltigen Urin war aber auch hier die Wirkung wesentlich stärker. Die Infektiosität des Virus wurde bei dieser Versuchsanordnung durch 2% Antiformin schon nach 15 Minuten aufgehoben. Nach nur 5 und 10 Minuten langer Einwirkung des Mittels in derselben Konzentration war jedoch auch im Urin das Virus noch vollvirulent. Noch besser wirksam wie das Antiformin erwies sich die Kresolseifenlösung bei den angeführten Versuchen. Schon nach ½stündiger Einwirkung war das Virus in 3%igen Kresolseifeserumfiltraten deutlich in seiner Virulenz geschädigt, wenn auch nicht vollständig vernichtet. In 6 und 3%igen Kresolseifeserumfiltraten war es nach 1 Stunde, bei virushaltigem Urin schon nach 15 Minuten regelmäßig abgetötet. Einige Versuche wurden von uns auch mit Lysol vorgenommen, ohne daß wir aber dabei bezüglich der Desinfektionskraft auf das Virus eine Überlegenheit dieses Mittels gegenüber der von uns benutzten Kresolseifenlösung feststellen konnten. In 3%iger Lösung hatte Lysol nach 1stündiger Einwirkungszeit auf Serumfiltrate das Virus nicht regelmäßig vernichtet.

Die Versuche mit frisch bereiteter Kalkmilch lieferten, wenigstens soweit sie mit Virusserumfiltraten ausgeführt wurden, keine gleichmäßigen Ergebnisse. Bei zwei Versuchen war in einer Mischung von frisch bereiteter Kalkmilch mit virushaltigem Serumfiltrat zu gleichen Teilen das Virus schon nach 20 Minuten unwirksam geworden, während in den übrigen Fällen das Virus auch nach ½- und 1stündiger Einwirkung der Kalkmilch sich noch virulent erwies. Dagegen hatte in Urin die Kalkmilch das Virus innerhalb 15 Minuten regelmäßig abgetötet.

Durch Chlorkalk (Verdünnung 1 : 5 und 1 : 20) war in allen Fällen sowohl bei Verwendung von Serumfiltraten wie von Urin die Virulenz des Virus nach 15 Minuten aufgehoben worden. Allerdings hatte die Einspritzung der Chlorkalkserumfiltrate und der Chlorkalkurinmischungen bei den Versuchstieren an den Injektionsstellen ausgedehntere Nekrosen oder doch stärkere Infiltrate hervorgerufen, so daß die erhaltenen Ergebnisse in diesen Fällen insofern vorsichtig zu beurteilen sind, als auch diese lokalen Prozesse schon eine Abschwächung des Virus im Tierkörper bewirkt haben können.

Bei den mit Sodalösung und Seife vorgenommenen Versuchen wurde eine Abtötung des Virus nicht erzielt.

Als Gesamtergebnis geht in Übereinstimmung mit den bereits von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz gemachten Feststellungen aus den angeführten Versuchen hervor, daß das Virus in eiweißhaltigen Medien den benutzten Desinfektions-

mitteln gegenüber, abgesehen von Chlorkalk, im allgemeinen eine bemerkenswerte Resistenz besitzt, während ihm in eiweißfreien Lösungen, wie die Desinfektionsversuche mit virushaltigem Urin ersehen lassen, eine geringere Widerstandsfähigkeit zukommt. Die beste Desinfektionswirkung wird nach dem Ausfall der Versuche auch in der Praxis von der Anwendung des Chlorkalks und der Kresolseifenlösung erwartet werden dürfen. Allerdings sind, wie erwähnt, die Chlorkalkversuche wegen der nach der Einspritzung der Chlorkalkvirusgemische bei den Versuchstieren aufgetretenen Nekrosen mit einer gewissen Vorsicht zu beurteilen.

Die mit Kresolseifenlösung erzielten günstigen Ergebnisse stehen mit entsprechenden von Dorset gemachten Erfahrungen im Einklang. Es dürfte deshalb für die Desinfektion unter den Verhältnissen der Praxis die Anwendung einer 6%igen Kresolseifenlösung in erster Linie in Betracht kommen und zu empfehlen sein.

b) Haltbarkeit des Virus in Urin und Serum außerhalb des Tierkörpers.

Machten sich so bei den Desinfektionsversuchen bezgl. der Widerstandsfähigkeit des Virus in eiweißfreien und eiweißhaltigen Medien beträchtliche Unterschiede bemerkbar, so sprachen die Ergebnisse anderer Versuche auch bereits dafür, daß das Virus im filtrierten Urin seine Virulenz und seine Lebensfähigkeit im allgemeinen nicht so lange zu behalten scheint wie in Serumfiltraten. Allerdings kann die Lebensdauer und die Erhaltung der Virulenz des Virus im Serum in verschiedenen Fällen ebenfalls beträchtliche Unterschiede aufweisen. Wir haben auch bei anfänglich hochvirulentes Virus enthaltenden Serumfiltraten selbst bei Aufbewahrung im Eisschrank ein rasches Schwinden der Virulenz beobachtet, was vielleicht in diesen Fällen auf das gleichzeitige Vorhandensein von Antikörpern in den betreffenden Serumfiltraten zurückzuführen sein könnte. Während es sich hier aber doch nur um vereinzelte Ausnahmefälle handelt, und sich das Serum für gewöhnlich auch nach mehrwöchiger, mitunter monatelanger Aufbewahrung im Eisschrank noch virulent erwies, war die Virulenz des Virus der im Eisschrank gehaltenen Urinfiltrate nach 2- bis 3wöchigem Stehen gewöhnlich schon stark herabgesetzt bezw. ganz geschwunden. Als Beispiel sei hier nur ein Versuch angeführt, bei welchem nach 3wöchiger Aufbewahrung des Urins im Eisschrank das Virus avirulent geworden war, während das Serumvirus desselben Tieres seine Virulenz nicht nur nach dieser Zeit, sondern selbst nach 3 Monaten noch voll bewahrt hatte.

In ähnlicher Weise konnten wir, wie erwähnt, auch in anderen Fällen eine solche geringe Haltbarkeit des filtrierten Urinvirus gegenüber dem Serumvirus beobachten. Wenn auch dabei damit zu rechnen ist, daß vielleicht der virushaltige Urin schon anfänglich weniger Virus enthält wie das Serum, so dürfte das rasche Schwinden der Virulenz des virushaltigen Urins dadurch allein nicht zu erklären sein, sondern es liegt doch auch die Annahme nahe, daß das Virus im Urin nicht ebenso günstige Lebensbedingungen außerhalb des Tierkörpers findet, wie im Serum.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
69	10 ccm Virusserumfiltrat (375) intramuskulär.	24. 12.	28. 12. krank, Durchfall 2. 1. frißt schlecht, abgemagert 3. 1. schwer krank.	9. 1. in extremis entblutet.	Stark abgemagert, punktförmige Blutungen in der Schleimhaut des ganzen Darms. Im Grimmdarm ausgedehnter diphtherischer Belag. Milz geschwollen. Multiple punktförmige Blutungen in der Niere.	Milz, Leber: Staphylokokken und Coli.	—
70	10 ccm filtrierter Urin (375) intramuskulär.	24. 12.	28. 12 munter 30. 12. matt, dicke Lider, Pocken 5. 1. schwer krank.	10. 1. in extremis entblutet.	Typischer Befund (akute Form der Schweinepest).	negativ.	—
71	15 ccm Virusserumfiltrat (375), das seit dem 24. 12. 09 im Eisschrank aufbewahrt war.	17. 1.	21. 1. munter 26. 1. krank 22. 2. schwer krank.	7. 2. verendet.	Akute Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut mit Blutungen. Keine Geschwüre.	negativ.	—
72	15 ccm Urinfiltrat (375) intramuskulär, das seit dem 24. 12. 09 im Eisschrank aufbewahrt war.	17. 1.	21. 1. munter 26. 1. „ 2. 2. „ 10. 2. „ 17. 2. klinisch gesund.	17. 2. geschlachtet.	Keine Veränderungen.	negativ.	—
73	20 ccm Virusserum (375), das seit dem 24. 12. 09 im Eisschrank aufbewahrt war.	1. 4.	6. 4. krank? 8. 4. liegt viel, frißt nicht 10. 4. krank 15. 4. schwer krank.	16. 4. in extremis entblutet.	Akute Entzündung der Darmschleimhaut.	negativ.	—
74	Wie 73.	1. 4.	6. 4. macht matten Eindruck 8. 4. dicke Lider 10. 4. magert ab, Durchfall, Pocken 12. 4. schwer krank.	13. 4. verendet.	Schwere, akute hämorrhagische und diphtherische Entzündung d. ganzen Dickdarmschleimhaut mit zahlr. Geschwüren von Linsengröße. Katarrhalische Pneumonie.	Lunge: Coli und Kokken, sonst negativ.	—

e) Widerstandsfähigkeit des Virus in Serum und Urinfiltraten gegen höhere Temperatur.

Bei einigen ferner vorgenommenen Untersuchungen über die Widerstandsfähigkeit des Virus im Urin gegen höhere Temperatur zeigte das Urinvirus ebenfalls eine etwas geringere Resistenz wie das Virus in Serumfiltraten.

Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz hatten festgestellt, daß in Serumfiltraten befindliches Virus nach einstündiger Erwärmung auf 78° und 70° ab-

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
75	10 ccm Urin von schweinepestkrankem Ferkel, 1/2 Std. bei 58° im Wasserbad, dann intramuskulär injiziert.	10. 7.	13. 7. munter 15. 7. dicke Lider, Pocken 17. 7. deutlich krank 19. 7. schwer krank, Durchfall.	20. 7. verendet.	Schwere akute hämorrhagische Entzündung d. Magen und Dickdarmschleimhaut. Blutungen in der Milz, der Leber und den Nieren. Lungen ohne Veränderungen.	Milz, Leber, Niere: Pestifer und Kokken.	—
76	Wie 75, nur war der Urin 1 Stunde im Wasserbad bei 58° gehalten.	10. 7.	13. 7. munter 17. 7. munter 13. 8. klinisch gesund. Versuch abgeschlossen 25. 8. wird zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall gesetzt 12. 9. wird anscheinend krank 23. 9. verklebte Augen, Durchfall 27. 9. schwer krank.	2. 10. in extremis entblutet.	Typischer Befund (Pest).	In den Organen Bac. Gärtner.	—
77	Wie 75, nur war der Urin 1 Stunde bei 65° im Wasserbad gehalten.	10. 7.	13. 7. munter 17. 7. munter 13. 8. klinisch gesund. Versuch abgeschlossen.	—	—	—	—
78	Wie 75, nur war der Urin nicht erwärmt Kontrolle zu 75, 76 und 77.	10. 7.	13. 7. munter.	15. 7. plötzlich verendet.	Das Tier ist infolge einer inneren Einklemmung zugrunde gegangen.	negativ.	—
79	10 ccm Urin von schweinepestkrankem Ferkel 40 Minuten im Wasserbad bei 58° erwärmt.	23. 7.	27. 7. munter 5. 8. matt, frißt schlecht 10. 8. krank, Pocken, Durchfall 13. 8. schwer krank, wird zur Virulenzerhaltung in Seuchenstall gesetzt.	16. 8. verendet.	Typischer Pestbefund.	In allen Organen und im Darm Bac. pestifer.	—
80	10 ccm Urin wie 79, nur 1 Stunde bei 58° erwärmt.	23. 7.	27. 7. munter 5. 8. „ 20. 8. „ 31. 8. klinisch gesund. Versuch abgeschlossen.	—	—	—	—
81	10 ccm Urin nicht erwärmt Kontrolle zu 79 u. 80.	23. 7.	2. 8. deutlich krank, Pocken, verklebte Augen, Durchfall 6. 8. schwer krank, wird in Seuchenstall eingesetzt.	11. 8. verendet.	Spitzen u. Mittellappen beiderseits hepatisiert. Dickdarmschleimhaut geschwollen u. gerötet. Milz stark vergrößert.	Milz: Bac. pestifer. Leber: Coli.	—

getötet wurde, während es sich nach zweistündiger Erwärmuug auf 58° noch virulent erwies. Die Ergebnisse der Versuche mit Urinvirus zeigen vorstehende Protokolle. Es wurde dabei in der Weise vorgegangen, daß 10 ccm virushaltigen Urins in einem zugeschmolzenen Reagenzröhrchen in einem Wasserbad von bestimmter Temperatur versenkt wurden. Die Versuchszeit wurde von dem Augenblick an gerechnet, in welchem das Thermometer, welches in ein zweites zu gleicher Zeit in das Wasserbad eingestelltes, ebenfalls 10 ccm Urin enthaltendes Röhrchen eingesetzt war, die gewünschte Temperatur anzeigte.

Wenn auch bei dem einen Versuch das Kontrolltier interkurrent plötzlich verendete, so geht doch aus beiden Versuchsreihen hervor, daß die Urinfiltrate durch einstündige Erwärmung auf 65° und auf 58° unwirksam geworden waren, während durch einhalbstündige und 40 Minuten lange Erwärmung auf 58° die krankmachende Wirkung nicht aufgehoben wurde.

d) Widerstandsfähigkeit des Virus gegen Fäulnis.

Die von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz verschiedentlich gemachte Beobachtung, daß das Virus in Serumfiltraten durch Fäulnis in verhältnismäßig kurzer Zeit zerstört wird, wurde auch für das in Urinfiltraten enthaltene Virus bei entsprechenden Versuchen bestätigt.

Der von einem schweinepestkranken Ferkel aufgefangene und filtrierte Urin wurde mit normalem Schweinekot versetzt, faulen gelassen, nochmals filtriert und dann zur Infektion benutzt.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
82	10 ccm gefaulter Urin eines schweinepestkranken Ferkels intramuskulär. (Der Urin war zunächst filtriert, dann mit normalem Schweinekot versetzt, mehrere Tage bei 22° gehalten, dann nochmals filtriert).	10. 12.	15. 12. munter 26. 12. „ 15. 1. „ 30. 1. munter, klinisch gesund. Versuch abgeschlossen.	—	—	—	—
83	Wie 82.	10. 12.	Desgl.	—	—	—	—
84	10 ccm desselben Urins wie bei 82 und 83, zweimal filtriert aber nicht gefault Kontrolle zu 82 u. 83.	10. 12.	12. 12. munter 15. 12. etwas matt 17. 12. Pocken, verklebte Augen 20. 12. schwer krank.	23. 12. in extremis entblutet.	Die Schleimhaut des Dickdarms stark geschwollen mit außerordentlich zahlreich. strich- u. punktförmigen Blutungen durchsetzt. Zahlreiche diphtherische und nekrotisch. Herde. Lungen intakt. Blutungen in beiden Nieren.	negativ.	10. 12. 0 17. 12. +

Eine weitere mit virushaltigen Serumfiltraten in der gleichen Weise durchgeführte Versuchsreihe führte zu demselben Ergebnis.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
85	20 ccm Virusserumfiltrat werden mit 10 ccm normalen Schweinekots und 10 ccm normalen Schweineurins versetzt vom 12. bis 17. 5. bei Zimmertemperatur faulen gelassen, nochmals filtriert und dann an 2 Stellen intramuskulär injiziert.	18. 5.	22. 5. gesund 31. 5. „ 15. 6. „ 29. 6. „ 4. 7. „ 14. 7. etwas matt 20. 7. besser 7. 8. klinisch gesund.	7. 8. geschlachtet.	Keine nachweisbaren Veränderungen.	negativ.	25. 5. 0 29. 6. 0
86	Wie 85.	18. 5.	22. 5. gesund 31. 5. „ 29. 6. „ 14. 7. „ 7. 8. klinisch gesund Versuch abgeschlossen.	—	—	—	25. 5. 0 29. 6. 0
87	20 ccm desselben Virus wie bei 85 werden mit 20 ccm Kochsalzlösung gemischt vom 12. bis 17. 5. bei Zimmertemperatur stehen gelassen, filtriert und intramuskulär injiziert Kontrolle zu 85 u. 86.	18. 5.	22. 5. munter 31. 5. macht kranken Eindruck 4. 6. deutlich krank 9. 6. abgemagert, frißt schlecht, Durchfall 14. 6. schwer krank.	17. 6 verendet.	Dickdarmschleimhaut mit sehr zahlreichen erbsen- bis zehnpfennigstückgroßen Geschwüren besetzt. Parenchymatöse Entzündung der Leber, der Milz und der Nieren.	In allen Organen typhusähnliche Varietät des Bac. suipestif. Agglut. nicht mit Glässerserum. Für Schweine nicht pathogen bei Fütter.	31. 5. +

Es kann nach diesen mit denen der früheren Versuche übereinstimmenden Ergebnissen nicht zweifelhaft sein, daß das **Virus in eiweißfreien und eiweißhaltigen Flüssigkeiten gegen Fäulnisvorgänge recht empfindlich ist.** Anschließend sei hier noch erwähnt, daß es auch bei einigen von uns nochmals mit filtriertem Kot schweinepestkranker Ferkel angestellten Versuchen nicht gelang, mit den Kotfiltraten bei anderen Ferkeln Schweinepest zu erzeugen. Aus dem negativen Ausfall dieser und der früher von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz angestellten Untersuchungen über die Infektiosität des Kotes schweinepestkranker Schweine darf jedoch nicht geschlossen werden, daß eine Ausscheidung des Virus mit

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
88	15 ccm Virusserumfiltrat, welches in zugeschmolzenem Glasröhrchen von 7 Uhr vorm. bis 12 Uhr mitt. direkter Sonnenbelichtung ausgesetzt war (in einem 2. ebenso behandelten Virusröhrchen war ein Thermometer eingesetzt, das in der angegebenen Zeit folgende Temperaturen anzeigte): 7 vorm. = 11° 8 „ = 14° 10 „ = 20° 11 „ = 22° 12 „ = 23° Die Luft war an dem Morgen ziemlich bewegt.	4. 5.	8. 5. munter 10. 5. matt 12. 5. wird krank 14. 5. dicke Lider, Pocken 17. 5. dicke Lider, Pocken 18. 5. vollständig verklebte Augen, stark eingefallen, Durchfall.	18. 5. geschlachtet.	Akute Schwellung der Darmschleimhaut, stellenweise diffuse Rötung. In der Gegend der Hüftblinddarmklappe 2 etwa zehnpfennigstückgroße Geschwüre.	negativ.	16. 5. +
89	Wie 88.	4. 5.	8. 5. munter 10. 5. munter 18. 5. dicke Lider 24. 5. klinisch deutlich krank, verklebte Augen, Durchfall, Pocken.	26. 5. entblutet.	Außer einer entzündlichen Rötung der Darmschleimhaut keine krankhaften Veränderungen nachzuweisen.	negativ.	0
90	15 ccm Virusserumfiltrat wie 88, welches in zugeschmolzenem, aber durch mehrfache Lagen schwarzen Papiers vor Belichtung geschütztem Glasröhrchen in gleicher Weise von 7 Uhr vorm. bis 12 Uhr mitt. der Sonnenbestrahlung ausgesetzt war. In einem 2. ebenso behandelten Virusröhrchen war ein Thermometer eingesetzt, das folgende Temperatur. anzeigte: 7 vorm. = 11° 8 „ = 20° 10 „ = 23° 11 „ = 25° 12 „ = 26°	4. 5.	8. 5. munter 13. 5. krank 16. 5. Pocken, völlig verklebte Augen und Durchfall, wird in Seuchenstall eingesetzt.	18. 5. entblutet.	Dickdarmschleimhaut geschwollen und stark gerötet, zahlreiche punktförmige Blutungen, 4 etwa hanfkorngroße frische Geschwüre.	negativ vergl. auch Nr. 238.	13. 5. +

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
91	Wie 90.	4. 5.	8. 5. munter 16. 5. krank 24. 5. sehr schwer krank, wird in Seuchenstall gesetzt.	25. 5. verendet.	Schleimhaut des Dickdarmes nur wenig gerötet, doch finden sich ca. 15 erbsen- bis pfennigstückgroße, teils alte, teils frische Geschwüre. Zahlreiche kleine Blutungen in beiden Nieren.	Niere und Leber Bac. suipest., der zunächst mit Pestiferserum nicht agglutiniert. Vgl. auch Nr. 239.	—
92	15 ccm Virusserumfiltrat wie 88, das aber weder Sonnenbelichtung noch -bestrahlung ausgesetzt war, intramuskulär.	4. 5.	12. 5. munter 18. 5. krank 23. 5. schwer krank.	23. 5. in extremis entblutet.	Bronchopneumonie beider Herzlappen. Darmschleimhaut entzündlich gerötet. 10 frische, linsengroße Geschwüre.	negativ.	—
93	15 ccm Virusserumfiltrat, welches in zugeschmolzenem Glasröhrchen von 7 Uhr vormittags bis 4 Uhr nachmittags direkter Sonnenbelichtung ausgesetzt war. Durch ein in ein zweites Röhrchen eingesetztes Thermometer wurde die Temperatur kontrolliert. Luft stark bewegt 7¹/₂ vorm. = 20° 10 „ = 23° 11 „ = 24° 12 „ = 25° 2 „ = 26° 4 „ = 27°	31. 5.	4. 6. munter 9. 6. deutlich krank 17. 6. schwer krank.	19. 6. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut von graugrüner Farbe, in der Gegend des Blinddarms zahlreiche erbsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre. Trübe Schwellung der Milz und der Leber.	In den Organen und dem Darm Bac. Pestifer.	—
94	Wie 93.	31. 5.	9. 6. krank 23. 6. schwer krank, in Seuchenstall eingesetzt.	1. 7. verendet.	Dickdarmschleimhaut in der ganzen Länge mit unzähligen nekrotischen Herden besetzt.	In den Organen Bac. Pestifer, der zunächst mit Pestifer-Serum nicht agglutiniert.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
95	15 ccm Virusserumfiltrat wie 93, welches in zugeschmolzenem, aber durch mehrfache Lagen schwarzen Papiers vor Belichtung geschütztem Glasröhrchen wie bei 93 u. 94 von 7 Uhr vorm. bis 4 Uhr nachm. der Sonnenbestrahlung ausgesetzt war. Temperaturmessung: $7^1/_2$ vorm. = 22° 10 „ = 24° 11 „ = 25° 12 „ = 26° 2 „ = 27° 4 „ = 29°	31. 5.	4. 6. munter 8. 6. „ 17. 6. krank 24. 6. schwer krank.	1. 7. entblutet.	Typischer Befund.	In allen Organen Bac. Gärtner.	—
96	Wie 95.	31. 5.	4. 6. munter 8. 6. „ 17. 6. Pocken, abgemagert 24. 6. schwer krank, Durchfall, Husten, wird am 27. 6. in Seuchenstall eingesetzt.	2. 7. verendet.	Die Spitzen der Herzlappen, sowie eine größere Läppchengruppe im rechten Spitzenlappen graurot und derb. Die Schleimhaut des Grimmdarms weist 5 einzeln liegende etwa pfennigstückgroße gut begrenzte etw. geschicht. Herde auf, nach deren Entfernung unreine Geschwürsflächen zurückbleiben.	In den Organen Bac. pestifer (zunächst mit Pestiferserum inagglutinabel).	—
97	15 ccm Virusserumfiltrat wie 93, das aber weder der Sonnenbelichtung noch -bestrahlung ausgesetzt war.	31. 5.	3. 6. schwer krank.	5. 6. verendet.	Ganz akute hämorrhagische Form der Schweinepest.	negativ.	—

dem Kote überhaupt nicht stattfindet. Es ist vielmehr aus dem Ausfall einiger, in anderer Weise selbst mit sehr geringen Kotmengen angestellter Versuche, auf die wir später noch näher zurückkommen (vgl. S. 188), anzunehmen, daß eine Ausscheidung des Virus mit dem Kote erfolgt. Anscheinend geht aber das auf diesem Wege ausgeschiedene Virus infolge der Fäulnis verhältnismäßig rasch zugrunde, so daß den Faeces jedenfalls für die Verbreitung des Ansteckungsstoffes der Schweinepest keine so große Bedeutung zukommen dürfte wie dem das Virus in großen Mengen enthaltenden und äußerst infektiösen Urin der schweinepestkranken Tiere.

e) Widerstandsfähigkeit des Virus gegen Sonnenbelichtung.

Da Beobachtungen über die Resistenz des Virus gegen direkte Sonnenbelichtung bisher noch nicht vorlagen, so sind auch über den Einfluß des Sonnenlichtes auf das Virus von uns Untersuchungen angestellt worden. Die Versuche wurden an zwei schönen Frühjahrstagen ausgeführt. Dabei wurde das Virus in zugeschmolzenen Reagenzröhrchen einmal während einer ununterbrochenen Zeitdauer von 5 Stunden, bei dem 2. Versuch während 9 Stunden direkter Sonnenbelichtung ausgesetzt. Um eine möglichst gleichmäßige Belichtung herbeizuführen, wurden die Röhrchen jeweils halbstündlich gedreht. Die für die Kontrolltiere bestimmten Virusmengen waren neben den belichteten Virusröhrchen ebenfalls in zugeschmolzenen Reagenzröhrchen aufgestellt, aber durch mehrfache dicke Umwicklung mit schwarzem Papier vor der unmittelbaren Belichtung geschützt. Die Temperatur der belichteten Filtrate wurde bei beiden Versuchen fortlaufend kontrolliert. Bei jedem Versuch wurde außerdem jeweils ein Kontrolltier mit der gleichen Menge desselben aber nicht belichteten Virus infiziert. (Siehe Tabellen Seite 166—168.)

Wie aus den Ergebnissen beider Versuchsreihen hervorgeht, hatte weder die 5stündige noch die 9stündige Sonnenbestrahlung eine nachweisliche Schädigung des Virus zur Folge gehabt.

f) Haltbarkeit des Virus im Fleisch geschlachteter, schweinepestkranker Ferkel.

Um über die Haltbarkeit des Virus im Fleisch geschlachteter, schweinepestkranker Schweine näheren Aufschluß zu bekommen, wurde zunächst folgender Versuch angestellt.

Am 19. 12. 10 wurde ein schweinepestkrankes Ferkel (581) sachgemäß geschlachtet. Aus der einen Körperhälfte wurde sofort Preßsaft hergestellt und mit 15 ccm Filtrat desselben noch am gleichen Tage ein Ferkel intramuskulär geimpft, welches bereits am 26. 12. 10 an typischer Schweinepest verendete.

Die andere Körperhälfte von Ferkel 581 wurde vom 19. 12. 10—3. 1. 11. in einem Kühlraum aufgehängt, bei einer Temperatur von etwa + 2° aufbewahrt und dann erst zu Preßsaft verarbeitet. Mit je 15 ccm Filtrat dieses Preßsaftes wurden am 3. 1. 11 zwei Ferkel geimpft, von denen das eine am 9. 1. 11 geschlachtet werden mußte. Das andere starb am 16. 1. 11 an typischer Schweinepest. Es sei hier gleich erwähnt, daß mit einer außerordentlich geringen Menge des eitrigen Inhalts der bei Ferkel 100 am 9. Tage nach der Infektion aufgetretenen Pockenpusteln bei einem anderen Ferkel wieder Schweinepest erzeugt werden konnte. Das Nähere ergeben die folgenden Protokolle (s. S. 170).

Wie aus den Ergebnissen dieser Versuche hervorgeht, war das Virus in dem 14 Tage lang kühl aufbewahrten Fleisch voll virulent geblieben. Das gleiche war der Fall bei einem weiteren Versuch, bei welchem das Fleisch eines schweinepestkranken geschlachteten Tieres 33 Tage in derselben Weise in einem Kühlraum aufgehoben war.

Ein an schwerer Schweinepest erkranktes Ferkel (614) wurde am 29. 1. 11 regelrecht geschlachtet, der aus der Muskulatur der einen Körperhälfte hergestellte Preßsaft filtriert und mit 15 ccm desselben am 31. 1. 11 ein neues Ferkel intramuskulär infiziert. Ein zweites Ferkel erhielt am selben Tage 10 ccm Serumvirus von Ferkel 614 intramuskulär. Das mit Virus geimpfte Ferkel verendete nach 10, das mit Preßsaft infizierte Ferkel nach 20 Tagen. Die zweite Körperhälfte

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
98	15 ccm frisches Preßsaftfiltrat von Ferkel 581.	19. 12.	22. 12. krank 25. 12. schwer krank.	26. 12. verendet.	Akute hämorrhagische Form d. Schweinepest.	negativ.	25. 12. +
99	15 ccm Preßsaftfiltrat von Ferkel 581. (Das schwer schweinepestkranke Ferkel 581 war rite geschlachtet am 19. 12. Aus der einen Körperhälfte war am gleichen Tage ein Preßsaftfiltrat hergestellt und mit 15 ccm davon Ferkel 98 geimpft. Die andere Körperhälfte von Ferkel 581 war bis 3. 1. in Kühlraum bei +2° aufgehangen aufbewahrt. Am 3. 1. wurde aus ihr ein Preßsaftfiltrat bereitet und mit 15 ccm davon Ferkel 99 intramuskulär geimpft).	3. 1.	5. 1. anscheinend krank, frißt schlecht 6. 1. liegt fast immer 9. 1. schw. krank, kein Durchfall, 2 Krampfanfälle.	9. 1. wird geschlachtet.	Der Dünndarm ist etwa 10 ccm vor der Hüftblinddarmklappe invaginiert. Die Darmschleimhaut ist stark geschwollen u. gerötet. Die Erscheinungen sind auf die Invagination zurückzuführen.	negativ.	9. 1. 0
100	Wie 99.	3. 1.	7. 1. krank, dicke Lider 12. 1. Pocken, verklebte Augen 14. 1. schw. krank, schwankt beim Gehen. Augen vollkommen verklebt. Ebenfalls Krampfanfälle.	16. 1. verendet.	Stark abgemag. Pock. u. grindartig. Hautausschlag. Magen und Darmschleimhaut stark gerötet, weist außerordentlich zahlreiche Blutungen auf, keine Geschwüre. In d. Nieren zahlr. punktförmige Blutungen. Ebenso Blutungen in d. Leber.	Leber: Bac. Gärtner Darm: Bac. Gärtner.	9. 1. 0 14. 1. 0
101 (614)	Mit frischem Pockenpustelinhalt von Ferkel 100 intrakutan am rechten Ohr und intramuskulär (3 Tropfen Pockeninhalt in 1 ccm Kochsalzlösung).	12. 1.	13. 1. Impfstriche am recht. Ohr, wenig gerötet 15. 1. Impfpusteln etwas angegangen 17. 1. deutliche Pusteln a. Ohr, krank 20. 1. Pocken am ganzen Körper, Durchfall, dicke Lider 25. 1. schw. krank 26. 1. in Seuchenstall.	29. 1. in extremis rite geschlachtet u. zu weiterem Versuch über die Haltbarkeit des Virus i. Fleisch verwandt (vergl. S. 171).	Dickdarm in der ganzen Länge besät m. knopfartigen Geschwüren Katarrhalische Pneumonie Sehr starke Milzschwellung.	Lunge: Bac. Suisepticus und Bac. Pestifer Milz: Desgl. Leber: Desgl.	23. 1. +

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
102	15 ccm frisches Preßsaftfiltrat von Ferkel 614.	31. 1.	3. 2. munter 6. 2. verklebte Augen 12. 2. abgemagert, schwankender Gang, Pocken 17. 2. schwer krank.	20. 2. verendet.	Fibrinöse Pneumonie des linken Zwerchfell- u. Herzlappens Geschwüre im Blind- und Grimmdarm.	Lunge: Bac. suisepticus, Leber, Milz: Coli und Kokken.	—
103	10 ccm Virusserumfiltrat von Ferkel 614.	31. 1.	3. 2. Pocken, wird anscheinend krank 6. 2. krank, dicke Lider, Husten 8. 2. schwer krank.	10. 2. verendet.	Rechter Spitzenlappen dunkelrot, derb, hämorrhagische, zum Teil diphtherische Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut.	Lunge: Coli und Kokken, Niere: Pyoceaneus.	—
104	10 ccm Preßsaftfiltrat v. Ferkel 614. (Das pestkranke Ferkel 614 war am 29. 1. 11 rite geschlachtet, die beiden Körperhälften bis 31. 1. im Schlachthaus aufgehängt aufbewahrt. Am 31. 1. wurde von der einen Körperhälfte ein Preßsaftfiltrat hergestellt und mit 15 ccm desselben Ferkel 102 geimpft. Die andere Körperhälfte von Ferkel 614 wurde bis 3. 3. 11 im Kühlraum aufgehängt aufbewahrt. Gewichtsabnahme in dieser Zeit ca. 1 Pfd., von 3,5 auf 3 kg. Am 3. 3. 11 wurde daraus ein Preßsaftfiltrat hergestellt und mit 10 ccm davon intramuskulär geimpft).	3. 3. 11.	7. 3. munter 9. 3. frißt nicht 15. 3. anscheinend krank, dicke Lider 17. 3. krank, magert ab.	22. 3. geschlachtet.	Organe ohne Besonderheiten. Auf der Schleimhaut des Dickdarms finden sich 2 etwa pfennigstückgroße graugrüne, scharf umschriebene runde Herde.	negativ.	—
105	Wie 104.	3. 3. 11.	7. 3. munter 9. 3. matt 13. 3. frißt schlecht, anscheinend krank 17. 3. krank.	21. 3. entblutet	Akute Entzündung der Darmschleimhaut, sonst nichts Pathologisches.	Darm: Baz. Pestifer	—

von Ferkel 614 wurde bis 3. 3. 11 wieder in einem Kühlraum aufgehängt und dann erst zur Preßsaft-Herstellung benutzt. Zwei mit je 10 ccm dieses Preßsaftes intramuskulär geimpfte Tiere erkrankten und zeigten bei der nach 18 bezw. 19 Tagen vorgenommenen Schlachtung für Schweinepest charakteristische Darmveränderungen (s. S. 171).

Die Ergebnisse der beiden vorstehenden Versuchsreihen sind insofern von Bedeutung, als daraus hervorgeht, daß in kühl gehaltenem, von schweinepestkranken Schweinen stammendem Fleisch auch nach mehrwöchigem Abhängen desselben das Virus nicht nur lebensfähig bleiben, sondern auch seine Virulenz vollkommen bewahren kann.

g) Verhalten des Virus in sauerstofffreien Medien.

Da bisher Untersuchungen darüber, ob das Virus nur unter aeroben oder aber auch unter anaeroben Bedingungen lebensfähig ist, noch nicht ausgeführt waren, so sind von uns nach dieser Richtung eine Reihe von Versuchen durchgeführt worden, um über das Verhalten des Virus in sauerstofffreien Medien Aufschluß zu erhalten. Es wurde dabei in der Weise vorgegangen, daß durch virushaltige Serumfiltrate einzelne Gasarten verschieden lange hindurch geleitet wurden und einige der so behandelten Filtrate dann noch in abgeschmolzenen Glasröhrchen zum Teil kürzere oder längere Zeit völlig unter Sauerstoffabschluß gehalten wurden. Wir verwendeten zu diesen Versuchen Kohlensäure, Wasserstoff und Leuchtgas. Die Zeit der einmaligen Durchleitung schwankte zwischen einer und sieben Stunden. Verschiedentlich wurde dasselbe Serumfiltrat auch an mehreren Tagen jeweils während einiger Stunden der Gasdurchleitung unterzogen und ebenso in der Zwischenzeit in zugeschmolzenen Glasröhren unter derselben Gasatmosphäre bei Zimmertemperatur oder im Eisschrank aufbewahrt (s. Tabellen S. 173—176).

Wenn die Versuche zwar insofern nicht alle gleichmäßig ausgefallen sind, als in den Versuchen Nr. 107 und 113 das Virus keine krankmachende Wirkung mehr auszuüben vermochte, während es sich bei den übrigen noch virulent erwies, so darf aus dem Ausfall der Versuchsreihen im allgemeinen wohl doch geschlossen werden, daß das Virus auch unter anaeroben Bedingungen in sauerstofffreien Medien längere Zeit nicht nur lebensfähig, sondern auch virulent bleiben kann. Eine gewisse Abschwächung scheint aber unter Umständen doch einzutreten. Auch ist es bemerkenswert, daß die gesund gebliebenen Tiere Nr. 107 und 113 sich der natürlichen Infektion gegenüber später immun erwiesen. Andererseits zeigt das Virus, wie hier anschließend noch erwähnt sei, in Serumfiltraten auch ausgesprochene Resistenz gegenüber der Durchleitung von Sauerstoff (s. S. 176).

Daß auch die Ozonisierung virushaltigen Blutes im Siemensschen Apparat keinen schädigenden Einfluß auf das Virus ausübt, war schon in früheren Versuchen von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz festgestellt worden.

Versuche mit Kohlensäure und Wasserstoff.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
106	10 ccm Virusserumfiltrat, durch welches während 1 Stunde Kohlensäure durchgeleitet ist.	27. 7.	1. 8. munter 9. 8. munter? 14. 8. verklebte Augen, krank.	21. 8. entblutet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	—
107	Wie 106, nur war durch das Virus 4 Stunden Kohlensäure durchgeleitet.	27. 7.	4. 8. munter 15. 8. munter 30. 8. klinisch vollkommen gesund, hat sich gut entwickelt. Zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall gesetzt 9. 9. krank 13. 9. besser 20. 9. gesund 29. 11. stets gesund geblieben.	30. 11. entblutet.	Normaler Befund.	negativ.	9. 9. 0
108	10 ccm unbehandeltes Virusserumfiltrat wie 106. Kontrolle zu 106 u. 107 (siehe auch 123).	26. 7.	1. 8. munter 4. 8. dicke Lider, Durchfall 9. 8. schwer krank.	9. 8. in extremis entblutet.	Typische Pest mit Blutungen u. Geschwüren im Dickdarm.	Bac. suipestifer in allen Organen.	—
109	10 ccm Virusserumfiltrat, durch das 4 Stunden Kohlensäure hindurchgeleitet ist, intramuskulär (Reaktion alkalisch).	9. 9.	13. 9. munter 20. 9. munter? 21. 9. dicke Lider 23. 9. dicke Lider, krank 28. 9. schwer krank in Seuchenstall eingesetzt.	6. 10. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut nur mäßig gerötet, vereinzelte typische Geschwüre. Sonst ohne Besonderheiten.	negativ.	—
110	Wie 109.	9. 9.	13. 9. munter 20. 9. verklebte Augen, krank 21. 9. schwerkrank.	23. 9. entblutet.	Dickdarmschleimhaut stellenweise gerötet. Über den ganzen Dickdarm verstreut, vereinzelte frische Geschwüre. Organe ohne Besonderheiten.	negativ.	—
111	10 ccm Virusserumfiltrat wie 109, aber unbehandelt. Kontrolle zu 109 u. 110 (Vergl. auch Nr. 126 u. Nr. 132).	11. 9.	13. 9. munter 15. 9. munter? 30. 9. dicke Lider, krank 23. 9. deutlich erkrankt.	23. 9. entblutet	Dickdarmschleimhaut in großen Abschnitten gerötet und geschwollen, vereinzelte Geschwüre. Organe ohne Besonderheiten.	negativ.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
112	10 ccm Virusserumfiltrat intramuskulär. Durch das Virusserum war am 18. 10. $3^1/_2$ Stunden Kohlensäure durchgeleitet, hierauf war es unter Kohlensäure bis zum 19. im Eisschrank aufbewahrt. An diesem Tage wurde nochmals während 4 Stunden Kohlensäure durchgeleitet.	19. 10.	26. 10. munter 28. 10. „ 7. 11. „ 8. 11. krank? 9. 11. deutl. krank, verklebte Augen, Pocken 11. 11. schw. krank.	13. 11. in extremis entblutet.	Milz vergrößert. Dickdarmschleimhaut stellenweise gerötet. Vereinzelte zehnpfennigstückgroße Geschwüre.	Milz, Lunge Bac. suipestifer.	—
113	Wie 112.	19. 10.	26. 10. munter 31. 10. „ 10. 11. munter und gut entwickelt 18. 11. klinisch gesund, wird in Seuchenstall eingesetzt (Prüfung auf Immunität) 22. 2. klinischgesund.	22. 2. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
114	Wie 112, aber unbehandelt Kontrolle zu 112 u. 113.	19. 10.	25. 10. frißt schlecht 28. 10. krank 4. 11. schwerkrank.	4. 11. in extremis entblutet.	Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut, keine Geschwüre.	In den Organ. Kokken u. Coli, Leber auch Bac. pyoceaneus.	—
115	10 ccm Virusserumfiltrat. Durch dasselbe war am 23., 24. und 25. 11. je während 3—4 Std. Kohlensäure durchgeleitet. In der Zwischenzeit im Eisschrank aufbewahrt.	25. 11.	29. 11. munter 8. 12. „ 11. 12. macht kranken Eindruck 19. 12. krank 30. 12. schwerkrank.	7. 1. verendet.	Schwere Form der Schweinepest mit zahlreichen Geschwüren im Dickdarm.	Leber: Kokken und Coli.	—
116	Wie 115.	25. 11.	8. 12. munter 12. 12. krank 20. 12. „ 28. 12. schwerkrank.	7. 1. verendet.	Sehr schwere Form der Pest. Katarrhalische Pneumonie.	In allen Organen Bac. suipestifer.	—
117	Wie 115, nur wurde statt Kohlensäure atmosphärische Luft durchgeleitet Kontrolle zu 115 u. 116.	25. 11.	29. 11. munter 1. 12. anscheinend krank 2. 12. verklebte Augen, Pocken.	2. 12. entblutet.	Dickdarmschleimhaut in großer Ausdehnung gerötet und geschwollen. Vereinzelte frische Geschwüre.	negativ.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
118	Wie 117.	25. 11.	29. 11. munter 5. 12. dicke Lider, krank, wird in Seuchenstall gesetzt 11. 12. schwer krank.	11. 12. in extremis entblutet.	Schwere diphtherische Entzünd. der Grimm- u. Blinddarmschleimhaut Pneumonie Multiple Blutungen in den Nieren.	In allen Organen Bac. pestifer.	—
119	10 ccm Virusserumfiltrat. Durch dasselbe war am 13. 1. 12, 14. 1. und 15. 1. 12 je 3 Stunden Kohlensäure durchgeleitet. Sodann bis zum 21. 1. unter Kohlensäure im Eisschrank aufbewahrt und dann nochmals während 3 Stunden Kohlensäure durchgeleitet.	22. 1.	30. 1. nicht recht munter 10. 2. krank 19. 2. schwer krank.	19. 2. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut nur wenig verändert. 2 ältere pfennigstückgroße Geschwüre.	negativ.	—
120	Wie 119.	22. 1.	8. 2. munter 16. 2. munter? 22. 2. anscheinend krank 25. 2. deutlich krank 28. 2. in Seuchenstall, schwer krank 4. 3. wieder besser 8. 3. schwer krank.	14. 3. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut stellenweise gerötet und mit Blutungen durchsetzt. Vereinzelte ältere Geschwüre in der Gegend der Hüftblinddarmklappe.	negativ.	—
121	10 ccm Virusserumfiltrat, durch das 1 Stunde Wasserstoffgas durchgeleitet ist.	26. 7.	4. 8. munter 9. 9. munter 12. 8. krank? 14. 8. verklebte Augen, Pocken, Durchfall 17. 8. schwer krank in Seuchenstall eingesetzt.	19. 8. verendet.	Schwere Form der Schweinepest mit vielen Geschwüren im Dickdarm. Pneumonie beiderseits.	In den Organen Pestifer varietät.	—
122	Wie 121, nur war durch das Virus während 4 Stunden Wasserstoffgas durchgeleitet.	26. 7.	31. 7. munter 9. 8. munter 14. 8. krank 17. 8. schwer krank in Seuchenstall eingesetzt.	18. 8. verendet.	Schwere Form der Schweinepest.	negativ.	—
123	Kontrolle zu 121 u. 122 siehe Nr. 108.	—	—	—	—	—	—
124	10 ccm Virusserumfiltrat, durch das 7 Stunden Wasserstoffgas durchgeleitet ist.	11. 9.	13. 9. munter 18. 9. krank 21. 9. schwer krank.	21. 9. entblutet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tage des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
125	Wie 124.	11. 9.	13. 9. munter 20. 9. krank 21. 9. schwer krank in Seuchenstall eingesetzt.	25. 9. entblutet in extremis	Starke Rötung und Schwellung der Dickdarmschleimhaut, zahlr. typische Geschwüre in der Gegend der Hüftblinddarmklappe.	negativ.	—
126	Kontrolle für 124 und 125, vergl. Nr. 111.	—	—	—	—	—	—
	Versuche mit Leuchtgas.						
127	10 ccm Virusserumfiltrat, durch welches während 4 Stunden Leuchtgas durchgeleitet wurde.	20. 9.	23. 9. munter 28. 9. krank 2. 10. schwer krank.	2. 10. entblutet.	Die Schleimhaut des ganzen Dickdarms ist stark gerötet und zeigt zahlreiche kleine Blutungen. Typische Geschwüre in mäßiger Zahl. Organe ohne Besonderheiten.	Im Darm Bac. suipestifer.	—
128	Wie 127.	20. 9.	23. 9. munter 30. 9. krank 2. 10. schwer krank in den Seuchenstall eingesetzt.	6. 10. in extremis entblutet.	Schleimhaut des Dickdarmsstellenweise gerötet. Vereinzelte etwa pfennigstückgroße Geschwüre.	negativ.	—
129	Wie 127, aber unbehandeltes Virus Kontrolle zu 127 u. 128.	20. 9.	23. 9. munter 28. 9. krank 4. 10. schwer krank.	4. 10. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut gerötet mit zahlr. typischen Geschwüren.	negativ.	—
	Versuche mit Sauerstoff.						
130	10 ccm Virusserumfiltrat, durch welches 4 Stunden Sauerstoff geleitet war (Reaktion alkalisch).	9. 9.	13. 9. munter 15. 9. munter 20. 9. dicke Lider 21. 9. verklebte Augen 23. 9. krank.	23. 9. entblutet.	Dickdarmschleimhaut stellenweise gerötet. In der Gegend der Hüftblinddarmklappe 6 pfennigstückgroße, frische Geschwüre. Vereinzelte Geschwüre auch in der übrigen Dickdarmschleimhaut.	negativ.	—
131	Wie 130.	9. 9.	13. 9. munter 20. 9. krank 23. 9. schwer krank.	25. 9. entblutet.	Typischer Befund (Pest).	Darm: Bac. suipestifer.	—
132	Wie 130, aber unbehandeltes Virus. Siehe Nr. 111.	—	—	—	—	—	—

II. Verhalten des Virus zum Tierkörper.

Aufnahme und Ausbreitung des Virus im Tierkörper; Ausscheidungswege des Virus.

Durch die früheren Versuche von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz war festgestellt, daß sich das Virus im Blut und in allen vom Blut durchströmten inneren Organen der Brust- und Bauchhöhle, im Gehirn, in der Haut, der Galle, sowie selbst in den blutfreien Linsen findet, und daß es in großen Mengen und in hochvirulentem Zustande mit dem Harn ausgeschieden wird. Weitere Versuche ergaben zunächst bezüglich des zeitlichen Verlaufs der Ausbreitung des Virus im Körper der infizierten Tiere, daß das Virus nicht nur in der Blutbahn schon sehr früh auftritt, sondern auch bereits im frühesten Beginn der Krankheit im Urin festzustellen ist. Seine Ausscheidung erfolgt ferner durch die Schleimhaut der Nase und namentlich durch die Schleimhäute der Augen. Auch in den auf der Haut der kranken Tiere auftretenden Pocken ist es nachweisbar. Als Beispiel für das frühe Auftreten des Virus im Urin infizierter Tiere seien nachstehende Protokolle angeführt.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
133	10 ccm Urin von schweinepestkrankem Ferkel.	9. 10.	14. 10. erscheint krank Der Tagesurin wird gesammelt und filtriert 16. 10. schwer krank.	18. 10. verendet.	Schwere Form der Pest.	negativ.	—
134	10 ccm des am 14. 10. aufgefangenen Urins von Ferkel 133.	16. 10.	22. 10. munter 26. 10. Pocken, dicke Lider 29. 10. krank 1. 11. etwas besser 3. 11. schwer krank.	5. 11. in extremis entblutet.	Frische Geschwüre im Blind und Grimmdarm. Milz geschwollen.	Milz: Bac. Coli. Andere Organe steril.	—

Es war somit in diesem Fall gelungen, mit dem Urin eines Schweines, welcher am 5. Tage nach der experimentellen Infektion des Tieres aufgefangen war, ein anderes Ferkel schweinepestkrank zu machen.

Daß sich das Virus auch in den auf der Haut der kranken Schweine auftretenden Pocken findet, ist aus den bereits früher mitgeteilten Versuchen Nr. 100 und 101 ersichtlich. Wie aus den auf S. 170 angeführten Protokollen hervorgeht, konnte mit einer außerordentlich geringen Menge des eitrigen Inhalts der bei Ferkel Nr. 100 am 9. Tage nach der experimentellen Infektion aufgetretenen Pocken bei dem Ferkel Nr. 101 wieder Schweinepest erzeugt werden. Ein zweites mit dem gleichen Material von Tier Nr. 100 am selben Tage infiziertes Ferkel erkrankte ebenfalls an schwerer Pest und ebenso gelang die erfolgreiche Weiterimpfung des Pockeninhaltes von diesem Tier auf ein neues Schwein.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
135	Mit frischem Pockenpustelinhalt von Ferkel 100 am Bauche kutan und in das rechte Auge geimpft.	12. 1.	13. 1. die Umgebung der Impfstriche am Bauche gerötet und geschwollen. 14. 1. Schwellung der Haut zurückgegangen. Auge reizlos. 16. 1. 11 am Bauch deutliche Pocken bei reizloser Umgebung. 20. 1. Tier deutlich krank, verklebte Augen, Durchfall. 26. 1. in Seuchenstall eingesetzt. 28. 1. schwer krank.	28. 1. in extremis entblutet.	Doppelseitige katarrhalische Pneumonie Auf der geschwollenen Dickdarmschleimhaut 4 etwa erbsengroße nekrotische Herde.	Lunge: Bac. suisepticus und Kokken.	20. 1. + 23. 1. o
135 a	Mit Pockenmaterial von 135 kutan an rechter Bauchseite geimpft.	26. 1.	30. 1. entzündliche Reaktion an der Impfstelle. 2. 2. Reaktion geringer. 5. 2. Pocken. 10. 2. deutlich krank, in Seuchenstall eingesetzt.	15. 2. verendet.	Typischer Pestbefund.	negativ.	—

Diese mit Pockenmaterial ausgeführten Übertragungsversuche sind nicht nur aus dem Grunde von Interesse, weil aus den dabei erzielten positiven Ergebnissen auf eine beträchtliche Infektiosität des Pockeninhaltes geschlossen werden darf, sondern weil aus ihnen zugleich hervorgeht, daß auch von der Haut aus durch kleine Wundstellen ein Eindringen des Virus erfolgen und so auch auf diese Weise eine erfolgreiche Infektion zustande kommen kann. Es ist deshalb bei der Gewohnheit der Schweine sich gegenseitig zu beschnuppern und sich aneinander zu scheuern und zu reiben, auch mit der Möglichkeit der Übertragung und Weiterverbreitung der Seuche auf diesem Wege zu rechnen, wobei zugleich in Betracht kommt, daß auch durch die Schleimhaut der Nase und die Schleimhaut der Augen das Virus in hochinfektiösem Zustande ausgeschieden wird. Es kann dabei ferner die Aufnahme des Virus nicht nur durch die Haut, sondern auch von den Schleimhäuten der Atmungswege und den Schleimhäuten der Augen aus erfolgen. Insbesondere gelingt, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, vom Auge her die Infektion leicht schon mit außerordentlich geringen Virusmengen. Nachstehende Versuche geben ein Beispiel für die Infektiosität des Nasensekretes und die Möglichkeit der erfolgreichen Infizierung durch Inhalation.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
136	Nasensekret von schweinepestkrankem Ferkel (3 Ösen in 2 ccm Kochsalzlösung) intramuskulär und eine Öse in den rechten Augenbindehautsack.	10. 5.	12. 5. munter, Auge reizlos 17. 5. dicke Lider, wird anscheinend krank 22. 5. deutlich krank 26. 5. schwer krank, in Seuchenstall gesetzt.	28. 5. in extremis entblutet.	Spitzen und Herzlappen beider Lungen graurot, derb. In rechtem Mittellappen kirschgroßer nekrotischer Herd. Schleimhaut des Dickdarms stellenweise gerötet, einzelne Geschwüre.	In Lunge: Bac. suisepticus, Coli und Kokken.	17. 5. + 22. 5. +
137	15 ccm virushaltigen Serumfiltrates werden mittels des Inhalationsapparates von Kossel und Weber dem Ferkel in die Luftwege gebracht.	2. 6.	4. 6. munter 7. 6. verklebte Augen 9. 6. verklebte Augen, Durchfall 17. 6. schwer krank, wird in Seuchenstall eingesetzt.	21. 6. verendet.	Schleimhaut an der Hüftblinddarmklappe in starre nekrotische Masse verwandelt, ferner auf der Dickdarmschleimhaut in der ganzen Ausdehnung zahlreiche nekrotische Herde.	In allen Organen, auch in Lunge Bac. enterit. Gärtner.	—

Die Infektionsversuche mit Augensekret und die Versuche, vom Auge aus zu infizieren, sind in größerem Umfange durchgeführt worden. An diesen Untersuchungen war auch der wissenschaftliche Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte Dr. Böing beteiligt. Da mit diesen Versuchen die Feststellung eigenartiger den Trachomkörperchen ähnlicher Zelleinschlüsse in den Konjunktivalzellen schweinepestkranker Schweine in Zusammenhang steht, soll zunächst hier auch auf diese Untersuchungen kurz eingegangen werden.

v. Prowazek und Halberstädter (4) hatten bei Trachom, bei trachomkranken Menschen und bei experimentell infizierten anthropoiden Affen in den Konjunktivalzellen besondere, aus feinsten Körnchen bestehende Zelleinschlüsse gefunden, welche sie als Parasiten, und zwar als die Erreger des Trachoms ansahen. Sie glaubten, daß es sich dabei um eine zwischen den Bakterien und den Protozoen stehende Mikroorganismengruppe handele, der ihres Erachtens auch die Erreger der Vaccine, der Lyssa, des Scharlachs und einiger anderer Krankheiten zuzurechnen sind, und für welche sie die Bezeichnung Chlamydozoen (χλαμύς-Hülle, ζῷον-Tier) in Vorschlag brachten.

Nachdem in der Folge die von Halberstädter und von Prowazek erhobenen Befunde nicht nur bei Trachom bestätigt, sondern solche Gebilde auch bei anderen Erkrankungen der Augenschleimhäute und bei entzündlichen Erkrankungen anderer Schleimhäute z. B. bei Cervixkatarrhen und Urethritis gefunden wurden, lag es nahe, da bei der Schweinepest das Auftreten einer eitrigen Konjunktivitis mit die erste Krankheitserscheinung ist, das Augensekret, sowie Abstriche von den Konjunktiven schweinepestkranker Schweine auf das etwaige Vorkommen solcher chlamydozoenartiger Einschlüsse zu untersuchen. In der Tat fanden sich auch in nach Giemsa gefärbten Präparaten Zelleinschlüsse, welche mit den bei Trachom beschriebenen eine außer-

ordentliche Ähnlichkeit aufwiesen. Über diese Befunde ist bereits von Uhlenhuth und Böing (5 und 6) an anderer Stelle kurz berichtet worden. Hier sei deshalb bezüglich des morphologischen Verhaltens dieser Gebilde nur erwähnt, daß die bei Schweinepest vorkommenden Zelleinschlüsse sich gegenüber den bei Trachom gefundenen insofern unterscheiden, als die feinsten Zelleinschlußkörnchen bei den ersteren etwas größer sind als bei den Trachomeinschlüssen. Sie zeigen sonst aber im allgemeinen dieselben Entwicklungsformen wie die Trachomkörperchen[1]). Gewöhnlich finden sich in den einzelnen Abstrichpräparaten die verschiedensten Entwicklungsstadien nebeneinander. Wir haben zunächst, um über das Vorkommen dieser Gebilde bei schweinepestkranken Schweinen näheren Aufschluß zu bekommen, systematische Passageimpfungen von Schweineauge zu Schweineauge über zehn Passagen durchgeführt und dabei fortlaufende Kontrolluntersuchungen über das Auftreten der Zelleinschlüsse angestellt. Zu diesem Zwecke wurden jeweils in Zwischenräumen von wenigen Tagen mit einem stumpfen Messer von der Schleimheit des Ober- und Unterlides beider Augen Abstrichpräparate auf Objektträger ausgestrichen und in der üblichen Weise nach Giemsa gefärbt. Die Weiterimpfungen erfolgten mit außerordentlich geringen Mengen Augensekrets der erkrankten Schweine, das mit Kapillaren von der Augenschleimhaut abgesogen und auf die Augenschleimhaut der frischen Tiere übertragen wurde. Die Impfung erfolgte zum Teil, nachdem die obere Zellschicht der Konjunktiva durch Abstreichen mit einem stumpfen Messer verletzt war, zum Teil wurde aber auch die Impfung bei unverletzter Schleimhaut vorgenommen. Ein nennenswerter Unterschied bezüglich des Erfolges der Infektion je nach dem Impfmodus auf die verletzte oder unverletzte Schleimhaut wurde aber dabei nicht beobachtet.

Bei den nachstehenden Versuchsreihen (S. 181—183) erscheint zunächst bemerkenswert, daß die Erkrankung der Tiere, trotzdem die Impfung mit so außerordentlich spärlichem Material erfolgt war, in der gleichen schweren Weise verlief und in derselben Zeit zum Tode führte, wie bei den mit großen Virusmengen subkutan geimpften Ferkeln. Das Auftreten der Zelleinschlüsse wurde in diesen Fällen durchschnittlich erst zwischen dem 8. und 10. Tage beobachtet. Sie wurden mitunter auf beiden Augen gleichzeitig, mitunter aber auch nur bei einem Auge und selbst nur auf der Schleimhaut eines Ober- oder Unterlides gefunden. In einzelnen Fällen konnten sie bis zum Tode der Tiere verfolgt werden, in anderen schwanden sie bald vollständig; bei einigen Tieren wurden sie dann später wieder nachweisbar. Jedenfalls zeigen die Untersuchungen, daß das Augensekret schweinepestkranker Tiere außerordentlich infektiös ist, und daß vom Auge her eine erfolgreiche Infektion damit leicht gelingt. Wir haben dann auch bei den zu anderen Versuchsreihen benutzten schweinepestkranken Schweinen längere Zeit regelmäßig das Vorkommen dieser Zelleinschlüsse verfolgt und dabei festgestellt, daß sie nicht selten bei schweinepestkranken Tieren schon sehr früh, am 4. und 5. Tage nach der subkutanen Infektion oder nach dem Einsetzen in den Seuchenstall auftreten können, mitunter schon zu einer Zeit, wo überhaupt offensichtliche Krankheits-

---

[1]) Abbildungen der Chlamydozoen finden sich in dem Artikel: Uhlenhuth und Haendel „Schweinepest". Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von Kolle-Wasserman. 2. Aufl. Bd. VI.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
138	Geimpft mit Augensekret von Ferkel 63, bei welchem am 4. 7. in den Konjunktivalabstrichen Zelleinschlüsse nachgewiesen waren. Das Augensekret von Ferkel 63 wurde mit Kapillaren aufgesogen nnd der Inhalt von 2 Kapillaren, je 1 cm hoch gefüllt, Ferkel 138 in den Lidbindehautsack des rechten Auges einmassiert. I. Passage.	5. 7.	10. 7. munter? 15. 7. schwer krank 19. 7. schwer krank.	19. 7. in extremis geschlachtet.	Schwere Entzündung u. Diphtherie der Schleimhaut des Blinddarmes; einzelne diphtherische Herde im Grimmdarm. Akute fibrinös-mortifizierende Entzündung im Anhangslappen der rechten Lunge. Serös-fibrinöse Entzündung des Herzbeutels. Blutungen in der Nierenrinde.	In allen Organen Bacillus suipestifer. Im Darm nicht nachzuweisen.	15. 7. + 19. 7. + 19. 7. weitergeimpft.
139	Geimpft mit Augensekret von Ferkel 138 ins rechte Auge nach leicht. Reizung der Konjunktiva durch Abschaben mit stumpfem Messer (3 Kapillaren Augensekret 1 cm hoch gefüllt). II. Passage.	19. 7.	21. 7. munter 25. 7. Pocken, dicke Lider 27. 7. Durchfall, Husten.	3. 8. entblutet.	Vereinzelte typische Geschwüre in der Gegend der Hüftblinddarmklappe.	negativ.	25. 7. + 1. 8. 0 3. 8. +
140	Geimpft mit Augensekret von Ferkel 139 ins rechte Auge (3 Kapillaren), Konjunktiva nicht gereizt. III. Passage.	3. 8.	6. 8. munter 13. 8. dicke Lider 20. 8. deutlich krank 24. 8. schwer krank.	24. 8. in extremis entblutet.	Spitzenlappen beider Lungen blaßblaurot, derb. Auf der Dickdarmschleimhaut ungefähr 50 linsen- bis pfennigstückgroße nekrotische Herde.	Darm: Coli Proteus. Leber: Proteus.	8. 8. 0 13. 8. + rechts, 0 links 17. 8. + rechts, 0 links.
141	Wie 140 III. Passage.	3. 8.	13. 8. krank, verklebte Augen 29. 8. schwer krank 31. 8. in Seuchenstall eingesetzt.	3. 9. in extremis entblutet.	Auf der Schleimhaut an der Hüftblinddarmklappe markstückgroßer nekrotischer Herd; zahlreiche kleinere nekrotische Herde auf der übrigen Dickdarmschleimhaut.	negativ.	13. 8. r. + l. + 17. 8. beide Augen + 27. 8. beide Augen +
142	Augensekret von 141. 2 Kapillaren in den rechten Lidsack ohne Reizung der Konjunktiva. IV. Passage.	17. 8.	20. 8. munter 24. 8. verklebte Augen, krank 29. 8. abgemagert, Durchfall.	6. 9. †.	Dickdarmschleimhaut fast in der ganzen Ausdehnung in nekrotischen Belag umgewandelt.	negativ.	17. 8. 0 24. 8. r. + l. 0 31. 8. +

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriolog. Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
143	Wie 142, Konjunktiva gereizt. IV. Passage.	17. 8.	19. 8. munter, Lider des rechten Auges verdickt 24. 8. krank 26. 8. krank, Durchfall.	27. 8. entblutet.	Diphtherische Entzündung im Blinddarm und Grimmdarm.	negativ.	17. 8. 0 24. 8. beide Augen + 27. 8. beide Augen +
144	2 Kapillaren Augensekret von 143. Konjunktiva ungereizt. V. Passage.	27. 8.	29. 8. munter, rechtes Auge etwas entzündet 8. 9. krank 14. 9. krank, Durchfall 15. 9. in Seuchenstall gesetzt.	16. 9. in extremis entblutet.	Blind- und Grimmdarmschleimhaut leicht gerötet. Im Blinddarm in der Nähe der Hüftblinddarmklappe fünf beieinanderliegende gut zehnpfennigstückgroße Geschwüre. Spitzen und Herzklappen beider Lungen graurot, derb.	negativ.	8. 9. l. + 8. 9. r. 0 10. 9. 0 12. 9. + 16. 9. +
145	2 Kapillaren Augensekret von 142 ins rechte Auge, Konjunktiva gereizt. V. Passage.	31. 8.	5. 9. munter 9. 9. matt 12. 9. anscheinend krank 15. 9. krank, Durchfall 22. 9. schwer krank.	24. 9. in extremis entblutet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	9. 9. 0 12. 9. sehr reichl. + in beiden Augen 24. 9. vor d. Tode +
146	1 Kapillare Augensekret von 144 ins rechte Auge, Konjunktiva gereizt. VI. Passage.	16. 9.	18. 9. Augen reizlos 23. 9. munter? 26. 9. dicke Lider 30. 9. krank 10. 10. schwer krank.	14. 10. entblutet.	Auf der Dickdarmschleimhaut einige pfennigstückgroße diphtherische Geschwüre.	negativ.	26. 9. 0 30. 9. 0 10. 10. 0 14. 10. 0
147	1 Kapillare Augensekret von 145 ins rechte Auge, ungereizt. VI. Passage.	16. 9.	18. 9. Augen reizlos 26. 9. krank? 6. 10. matt eingefallen 8. 10. deutl. krank 13. 10. schwerkrank.	15. 10. entblutet.	Die geschwollene Schleimhaut des Dickdarms ist in ihrer ganzen Ausdehnung mit unzähligen, pfennigstückgroßen gelbgrünen nekrotischen Herden besetzt.	negativ.	26. 9. + 3. 10. 0 6. 10. + 7. 10. + 13. 10. 0 15. 10. 0
148	1 Kapillare Augensekret von 147 ins rechte schwach gereizte Auge. VII. Passage.	7. 10.	12. 10. munter 20. 10. „ 28. 10. „ 20. 11. „ 15. 12. klinisch gesund. Versuch abgeschlossen.	—	Nicht an Schweinepest erkrankt.	—	12. 10. 0 28. 10. 0

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
149	1 Kapillare Augensekret von Ferkel 147 ins rechte gereizte Auge. VII. Passage.	14. 10.	18. 10. munter 20. 10. frißt schlecht 22. 10. krank 28. 10. schwer krank.	1. 11. entblutet.	Typischer Befund mit zahlreichen Blutungen und Geschwüren im Dickdarm.	negativ. Aus den Lidsäcken verschiedene Kokkenarten.	22. 10. bei beiden Augen stark + + 24. 10. 26. 10. 28. 10. 1. 11. } ++ Material zu Übertragungen auf andere Tierarten benutzt. Negativ. 2. 11. 24 Stunden post mortem + 3. 11. 48 Stunden post mortem 0
150	1 Kapillare Augensekret von Ferkel 149 ins gereizte rechte Auge. VIII. Passage.	25. 10.	27. 10. munter 29. 10. matt 1. 11. krank 4. 11. krank 7. 11. schwer krank, erhält 35 ccm Immunserum intravenös ohne Erfolg.	9. 11. verendet.	Ausgedehnte diphtherische Entzündung der Grimm- und Blinddarmschleimhaut.	negativ.	29. 10. 0 1. 11. + 3. 11. + 5. 11. + 9. 11. +
151	1 Kapillare Augensekret von Ferkel 150 in das gereizte rechte Auge. IX. Passage.	1. 11.	7. 11. munter 9. 11. dicke Lider, aber sonst munter 14. 11. Pocken, Durchfall, krank 26. 11. schwer krank, in Seuchenstall 28. 11. etwas besser 1. 12. wird schlechter.	5. 12.	Akute Entzündung der Schleimhaut des Blind- und Grimmdarms mit ausgedehnter Diphtherie. Katarrhalische Pneumonie des rechten Spitzenlappens.	Lunge: Bac. suisepticus Milz: Gärtner.	1. 11. 0 9. 11. rechts + links — 14. 11. beiderseits stark + 28. 11. 0 30. 11. 0 5. 12. +
152	1 Kapillare Augensekret von Ferkel 151 in das gereizte rechte Auge. X. Passage.	14. 11.	18. 11. munter 24. 11. dicke Lider 30. 11. krank 10. 12. schwer krank, in Seuchenstall eingesetzt 12. 12. anscheinend besser 14. 12. wieder schlechter.	16. 12. verendet.	Die Schleimhaut des Blind- und Grimmdarms ist geschwollen und gerötet. In der Mitte des Blinddarms findet sich ein gut markstückgroßer, scharf begrenzter Schorf. Der Herzlappen der rechten Lunge ist groß, schwer, blaurot und von sehr derber Konsistenz.	Lunge: Bac. suisepticus.	14. 11. 0 22. 11. 0 30. 11. 0 3. 12. +

erscheinungen auch seitens der Augenschleimhäute noch nicht nachweisbar sind. Als Beispiel seien hier zwei Versuche ausführlicher wiedergegeben.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
153	10 ccm Virusserumfiltrat.	26. 6.	29. 6. munter 2. 7. munter 5. 7. matt 8. 7. dicke Lider, Nasenkatarrh 15. 8. schwer krank.	17. 7. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	negativ.	2. 7. beiderseits + 5. 7. r. + 14. 7. 0 17. 7. 0
154	10 ccm Virusserumfiltrat.	26. 10.	29. 10. munter 1. 11. munter 9. 11. anscheinend gesund 16. 11. dicke Augenlider, Pocken, sonst munter 25. 11. krank 2. 12. besser, Durchfall 10. 12. kümmert.	27. 12. verendet.	Auf Dickdarmschleimhaut zahlreiche Narben, nur 2 frische Geschwüre Organe ohne Besonderheiten.	negativ.	2. 11. beiderseits + 9. 11. 0 14. 11. r. + 22. 11. 0 30. 11. 0

Im allgemeinen haben wir fast bei allen von uns systematisch auf das Vorkommen von Zelleinschlüssen in den Konjunktivalzellen untersuchten schweinepestkranken Schweinen solche Gebilde in den Konjunktivalausstrichen feststellen können, bei manchen Tieren allerdings nur vorübergehend und meist nur bei öfters wiederholter Untersuchung. In einzelnen Fällen ist uns jedoch auch trotz wiederholter Kontrolle der Nachweis nicht gelungen, z. B. bei den Nr. 146 und 148 der vorstehend mitgeteilten Versuche.

Was nun die Deutung dieser als Chlamydozoen bezeichneten Gebilde anlangt, so besteht darüber noch keine einheitliche Auffassung, indem, wie erwähnt, Halberstädter und v. Prowazek, sowie einige andere Autoren die Einschlüsse als pathogene Mikroorganismen als die Erreger der in Betracht kommenden Krankheiten auffassen, während von anderer Seite [Heymann u. a. (7)] dagegen die Anschauung vertreten wird, daß es sich dabei nicht um Parasiten, sondern um Zellreaktionsprodukte handelt.

Wir haben deshalb auch in dieser Hinsicht Untersuchungen angestellt, durch die wir eine gewisse Klärung dieser Frage zu erzielen hofften. So haben wir einmal zu diesem Zweck künstlich mit verschiedenartigen, entzündungserregenden Mitteln, sowie durch mechanische Reizung bei einer Anzahl von Schweinen Entzündungen der Konjunktiven erzeugt und auch bei diesen Tieren systematisch Konjunktivalabstriche bezüglich des etwaigen Vorkommens von Zelleinschlüssen untersucht. Es ist uns dabei in keinem Falle gelungen, das Auftreten solcher Einschlüsse nachzuweisen. Ferner haben wir eine große Anzahl von Versuchen ausgeführt, diese Gebilde mit dem Augensekret schweinepestkranker Schweine auf die Augenschleimhaut anderer Tiere zu übertragen. Alle diese Übertragungsversuche auf Affen, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratten, Ziegen, Hunde, Pferde, Esel und Rinder hatten ebenfalls immer vollkommen

negative Ergebnisse. Endlich wurden von uns 130 gesunde, normale Ferkel auf das Vorkommen solcher Zelleinschlüsse untersucht. Es gelang bei diesen Versuchen, bei sicher nicht schweinepestkranken Schweinen gleichartige Einschlüsse in den Konjunktivalzellen zu finden, allerdings nur in spärlicher Anzahl und nur bei vier Tieren = in etwa 3% der Fälle. Versuche, diese Gebilde von normalen auf andere Ferkel zu übertragen, hatten keinen Erfolg.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
155	Je 1 Kapillare Augensekret eines normalen Ferkels, bei welchem Zelleinschlüsse gefunden, in das rechte und das linke Auge. Schleimhaut gereizt.	15. 11.	Ferkel bleibt gesund Versuch 28. 12. abgeschlossen.	—	—	—	12. 11. 0 13. 11. 0 15. 11. 0 18. 11. 0 23. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0 28. 12. 0
156	Wie 155, nur je 5 Kapillaren.	15. 11.	Ferkel bleibt gesund Versuch 28. 12. abgeschlossen.	—	—	—	12. 11. 0 13. 11. 0 15. 11. 0 18. 11. 0 23. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0 28. 12. 0

Der Nachweis solcher Zelleinschlüsse bei normalen Tieren spricht an sich noch nicht mit Sicherheit gegen die Parasitennatur dieser Gebilde. Es wäre schon möglich, daß es sich in diesen Fällen vielleicht um Virusträger handelte; ferner könnten die bei den gesunden Tieren gefundenen Gebilde harmlose Saprophyten von nur morphologisch gleichem Aussehen sein. Ihr Vorkommen bei normalen Tieren mahnt aber doch bezüglich der Beurteilung der bei schweinepestkranken Schweinen gefundenen Zelleinschlüsse zu einer gewissen Vorsicht, zumal diese Gebilde doch auch eine bemerkenswerte Ähnlichkeit aufweisen mit Kurloffkörperchen, worauf bereits Schilling (8) hingewiesen hat, und mit Bildern von Leukocyten mit Kerndegeneration, wie sie von Pappenheim (9) beschrieben worden sind. Es kann nach allem noch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden, daß es sich bei diesen Einschlüssen vielleicht doch nur um Zellreaktionsprodukte handelt, zumal ein zwingender Beweis für die Auffassung, sie als pathogene Mikroorganismen anzusehen, bisher noch nicht erbracht ist. Wir möchten deshalb die Frage über die Natur dieser Gebilde noch offen lassen und als sicher feststehend nur die Tatsache hervorheben, daß sich fast bei allen schweinepestkranken Schweinen und sehr häufig schon im Beginn der Krankheit solche Zelleinschlüsse nachweisen lassen, so daß ihrem Auftreten ein gewisser diagnostischer Wert zuzuerkennen ist. Allerdings ist darauf hinzuweisen, daß sie nicht immer in großer Menge vorhanden sind, und daß dann ihr Nachweis verhältnismäßig schwierig und ziemlich zeitraubend ist. Bei gefallenen Schweinen haben wir diese Gebilde auch

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
157	0,1 ccm Virusserumfiltrat auf die gereizte Augenbindehaut des rechten Auges aufgeträufelt und durch Massage des Auges verteilt.	22. 7.	26. 7. munter 29. 7. Lider des rechten Auges geschwollen, matt 31. 7. munter, rechtes Auge verklebt 5. 8. sehr matt, krank 10. 8. deutlich 15. 8. schwer krank.	17. 8. in extremis entblutet.	Schleimhaut des Dickdarmes geschwollen, im Grimmdarm 6 linsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre.	Leber, Darm: Coli. Aus Augenbindehaut: Verschiedene Kokkenarten und Bac. Coli.	Am 29. 7. beide Aug. + 2. 8. beide Augen + rechts sehr zahlreich 4. 8. r. Auge + l. Auge 0 11. 8. beide Augen + 13. 8. beide Augen 0 17.8. l. Auge + r. Auge 0
158	0,3 ccm Virus wie bei 157.	22. 7.	28. 7. nicht ganz munter 30. 7. r. Auge geschwollen 4. 8. beide Augen total verklebt 11. 8. krank, Durchfall 15. 8. wieder etwas besser 20. 8. wieder verschlechtert, stark abgemagert, kümmert, in Seuchenstall eingesetzt.	31. 8. verendet.	Die ganze Dickdarmschleimhaut in ihrer ganzen Ausdehnung mit nekrotischen Herden dicht übersät.	Leber: Pestifervarietät Milz, Darm: Coli Augen: Verschiedene Kokken u. auf Drigalskiagar in blauen Kolonien wachsende unbewegliche sehr lange schlanke Stäbchen (keine Ruhrbazillen).	2. 8. + beiderseits, rechts sehr zahlreich. 4. 8. beiderseits + 13. 8. r. + l. 0 21. 8. 0
159	2 Tropfen defibriniertes virushaltig. Blut ins linke Auge nach Reizung der Konjunktiva geimpft.	4. 8.	6. 8. munter 13. 8. krank, beide Augen verklebt 22. 8. starker Durchfall.	20. 8. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	Organe steril, Augen: Kokken.	13. 8. 0 17. 8. r. + l. 0
160	Wie 159.	4. 8.	6. 8. munter 20. 8. krank 26. 8. schwer krank.	27. 8. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	Organe: negativ Auge: Kokken u. Pyocyaneus.	13. 8. r. +? l. 0 27. 8. l. + r. 0
161	0,2 ccm Virusserumfiltrat in das rechte ungereizte Auge.	31. 8.	5. 9. munter 12. 9. krank 14. 9. schwer krank.	19. 9. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut geschwollen Zahlreiche Geschwüre.	negativ Augen: Coccen Coli.	8. 9. 0 12. 9. + 19. 9. 0

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
162	Wie 161. Auge gereizt.	31. 8.	5. 9. munter 7. 9. krank? 10. 9. unverändert 14. 9. „	15. 9. geschlachtet zur Feststellung ob krank.	Keine f. Schweinepest charakteristischen Veränderungen.	negativ Augen: Kokken, Koli.	stets 0
163	0,1 Virusserumfiltrat in das rechte ungereizte Auge.	30. 9.	6. 10. munter 12. 10. krank 17. 10. schwer krank.	22. 10. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	negativ Augen: Kokken und Proteus.	Nur am 14. 10. r. +
164	0,2 Virusserumfiltrat ins gereizte rechte Auge.	19. 10.	22. 10. munter 26. 10. beide Augen verklebt 1. 11. krank, Durchfall, in Seuchenstall eingesetzt.	5. 11. entblutet.	Desgl.	In allen Organen: Bac. ent. Gärtner Augen: Kokken.	26. 10. +
165	3 Kapillaren Augensekret ein. schwerpestkrank. Schweines in 1 ccm NaCl intramuskulär verimpft.	4. 8.	6. 8. munter 13. 8. krank 24. 8. schwer krank.	24. 8. entblutet.	Desgl.	negativ Augen: Kokken.	13. 8. 0 17. 8. r. + l. 0
166	5 Kapillaren Augensekret wie 165.	4. 8.	6. 8. munter 13. 8. krank 24. 8. schwer krank, blaue Ohren.	24. 8. entblutet.	Desgl.	negativ Augen: Kokken.	13. 8. 0 18. 8. l. + r. 0

in 24 Stunden nach dem Tode der Tiere angelegten Ausstrichpräparaten noch gut nachweisen können, dagegen ist ihr Nachweis in 48 Stunden nach dem Tode hergestellten Präparaten wegen der eingetretenen Zelldegeneration schon sehr erschwert und in noch später angefertigten Ausstrichpräparaten überhaupt nicht mehr möglich wegen des weit vorgeschrittenen allgemeinen Zellzerfalls. Infolge der bei diesen Untersuchungen gemachten Beobachtung, daß normale Ferkel vom Auge aus mit so geringen Mengen Augensekret kranker Tiere erfolgreich infiziert werden können, haben wir auch einige Versuche mit ebenso kleinen Mengen virushaltiger Serumfiltrate angestellt und

andererseits normale Ferkel auch mit entsprechend kleinen Augensekretmengen subkutan zu infizieren versucht (s. Tabellen S. 186 u. 187).

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen, bei welchen mit einer Ausnahme alle Tiere erkrankten, beweisen ebenfalls wieder die hohe Infektiosität des Augensekrets der kranken Tiere, andererseits zeigen sie, daß auch bei Benutzung virushaltiger Serumfiltrate von der Schleimhaut des Auges aus die Aufnahme des Virus besonders leicht erfolgt. In demselben Sinne sprechen auch die Ergebnisse des nachstehenden Versuches, bei welchem es gelang, mit einigen Tropfen frischen Kotes eines schweinepestkranken Tieres ein anderes Ferkel von der Augenschleimhaut zu infizieren.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
167	**Von aufgefangenem dünnflüssigem Stuhl eines schwer schweinepestkranken Ferkels werd.** 5 Tropfen in den rechten Augenbindehautsack eingeträufelt.	9. 8.	14. 8. munter 18. 8. krank 24. 8. schwer krank.	26. 8. verendet.	Typischer Pestbefund.	negativ.	—

Das positive Ergebnis dieses Versuches ist auch insofern von Interesse, als alle früheren von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz und von uns angestellten subkutanen Infektionsversuche, selbst bei Verwendung großer Mengen von Kotfiltraten negativ verlaufen waren. Man muß danach annehmen, daß, wie bereits erwähnt, doch mit dem Kote der schweinepestkranken Tiere eine Ausscheidung des Virus erfolgt, daß aber das auf diesem Wege ausgeschiedene Virus infolge der Fäulnisvorgänge offenbar rasch unwirksam wird und zugrunde geht. (Vergl. S. 168.)

III. Immunität.

a) Aktive Immunisierung.

Da alle die früheren zahlreichen Versuche, eine brauchbare aktive Immunisierungsmethode bei Schweinepest zu finden, zu wenig befriedigenden Ergebnissen geführt hatten, sind von uns auch in dieser Hinsicht noch einige Untersuchungen aufgenommen worden, zumal die Möglichkeit der Erzeugung einer aktiven Immunität gegenüber der reinen passiven Serumimpfung doch erhebliche Vorteile bieten würde. Wir sind dabei zunächst in zwei Richtungen vorgegangen. Einmal versuchten wir, ob nicht bei Ferkeln durch ganz allmähliche Zuführung geringer Virusmengen in den Körper ein genügender Immunitätsgrad auch ohne Auslösung einer schweren Erkrankung erzielt werden könne. Andererseits haben wir ferner noch einige Untersuchungen durchgeführt, um festzustellen, ob es nicht doch möglich sei, durch Abschwächung des Virus im Tierkörper ein für die aktive Immunisierung brauch-

bares Vaccin zu gewinnen. Die verzögerte und allmähliche Aufnahme des Virus suchten wir dadurch zu erreichen, daß wir eine Vaselinsalbe herstellten, welcher abgemessene Mengen Virus zugesetzt waren. Mit dieser Virussalbe haben wir Ferkel in verschiedener Weise behandelt.

Bei einzelnen Tieren versuchten wir durch Einmassieren bestimmter Dosen der Virussalbe in den Augenbindehautsack, oder durch Einreiben in die Haut die Aufnahme des Virus vom Auge aus oder durch die Haut zu erreichen. In anderen Fällen wurde das Virussalbengemisch direkt intramuskulär injiziert. Als Beispiele seien die nachstehenden Protokolle angeführt.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
168	1 ccm Virusvaselinsalbe (10 Vaselin + 10 Virus) wird in das ungereizte rechte Auge 5 Minuten lang einmassiert.	30. 9.	4. 10. munter 15. 10. „ 25. 10. „ 31. 10. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall eingesetzt 7. 11. verklebte Augen 12. 11. krank 22. 11. schwer krank.	26. 11. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	negativ.	30. 10. 0 26. 11. 0
169	5 ccm Virusvaselinsalbe werden nach Rasieren des Nackens 10 Min. lang in die Haut eingerieben.	30. 9.	4. 10. munter 15. 10. „ 25. 10. „ 31. 10. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall eingesetzt 7. 11. rechtes Auge verklebt 12. 11. krank 18. 11. schwer krank.	22. 11. in extremis entblutet.	Desgl.	negativ.	30. 10. 0 22. 11. +
170	3 ccm Virusvaselinsalbe intramuskulär an zwei Stellen.	30. 9.	4. 10. munter 6. 10. b. Injektionsstelle etwas geschwollen, sonst munter 11. 10. krank 14. 10. schwer krank.	14. 10. entblutet.	Desgl.	Im Darm: Bac. suipestifer ebenso in Milz.	—
171	Wie 170.	30. 9.	4. 10. munter 6. 10. „ 12. 10. krank 15. 10. schwer krank.	15. 10. entblutet.	Desgl.	negativ.	—

Es ergab sich, daß bei diesem Vorgehen weder durch Einmassieren der Virussalbe in den Augenbindehautsack noch durch Einmassieren der Virussalbe in die Haut eine Infektion erzielt werden konnte. Die so behandelten Tiere hatten aber auch, wie die nachfolgende Prüfung im Seuchenstall ergab, keinerlei

Immunität erworben. Die intramuskuläre Injektion des Virussalbengemisches führte dagegen zu einer schweren und tödlichen Erkrankung an Schweinepest.

In anderer Weise hatten wir bei einigen Ferkeln eine allmähliche Aufnahme des Virus dadurch zu erreichen versucht, daß wir bei einigen Tieren den Schwanz mit einer möglichst festen Umschnürung unterbanden und dann in den abgebundenen Schwanz eine bestimmte Virusmenge injizierten. Diese Versuche lieferten kein einheitliches Ergebnis.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
172	Der Schwanz des Ferkels wird durch mehrfache Umschlingung fest unterbunden. Nach $^1/_2$ Stunde werden in dem so abgebundenen Schwanz in einzelnen Dosen insgesamt 7 ccm Virusserumfiltrat injiziert. Die Umschnürung des Schwanzes bleibt.	11. 8.	13. 8. Schwanz blaß, Tier munter 18. 8. munter, Schwanz nekrot. 23. 8. gesund, Schwanz stößt sich ab 29. 9. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in den Seuchenstall eingesetzt 8. 10. munter 13. 10. krank? 16. 10. magert ab 20. 10. hustet 25. 10. schwer krank.	30. 10. in extremis entblutet.	Starke Abmagerung, Dickdarmschleimhaut weder gerötet noch geschwollen, im Grimmdarm finden sich 3 kleine Erosionen. Chronische indurierende Entzündung der Spitzen und Herzlappen beider Lungen.	Lunge: Coli und Bac. suipestifer. Milz, Leber: Bac. suipestifer.	—
173	Wie 172, nur ein anderes Virusserumfiltrat, auch gelingt es, nur 5 ccm in den abgebundenen Schwanz einzuspritzen.	16. 10.	25. 10. dicke Augen, Durchfall, offenbar krank 1. 11. Durchfall 4. 11. macht schwer kranken Eindruck.	4. 11. geschlachtet.	Darmschleimhaut gerötet und geschwollen, im Grimmdarm zwei etwa zweipfennigstückgroße Geschwüre.	negativ.	—
174	Wie 173.	16. 10.	27. 10. Pocken, verklebte Augen, Durchfall 1. 11. schwer krank.	4. 11. in extremis entblutet.	Im subkutanen Bindegewebe zahlreiche kleine Hämorrhagien, ebenso in der Schleimhaut des Dickdarms, im Netz, in der Nierenrinde und der Blasenschleimhaut. Im Dickdarm zahlreiche pfennigstückgroße Geschwüre.	negativ.	—

In der ersten Versuchsreihe blieb das Tier Nr. 172 zwar völlig gesund, hatte aber auch keine Immunität erlangt. Bei der Versuchswiederholung erkrankten die Tiere an tödlicher Schweinepest.

Versuche durch Abschwächung des Virus im Tierkörper ein für die aktive Immunisierung brauchbares Vakzin zu gewinnen, sind schon früher von Uhlenhuth,

Hübener, Xylander und Bohtz, sowie von King (10) ausgeführt worden. Die erstgenannten Autoren waren dabei in der Weise vorgegangen, daß sie durch Überstehen der Krankheit oder durch entsprechende Vorbehandlung gegen Schweinepest immun gewordenen Schweinen größere Virusmengen intravenös zuführten und nach 24 Stunden dann bei den Tieren Aderlässe vornahmen, in der Erwartung, das Virus würde durch den 24stündigen Aufenthalt im immunen Schweinekörper eine so weitgehende Abschwächung erfahren, daß es keine schwere, sondern nur noch eine leichte Erkrankung und damit auch eine aktive Immunität bei den mit solchem Virusimmunblut behandelten Ferkeln auszulösen imstande sei. Diese Annahme hatte sich bei der von den Autoren gewählten Versuchsanordnung nicht erfüllt. Das bei den Aderlässen von den Immunschweinen gewonnene Serum wirkte allerdings nicht mehr krankmachend, es besaß aber auch keine immunisierende Eigenschaften, offenbar weil das Virus in dem immunen Schweinekörper bereits innerhalb 24 Stunden vollkommen paralysiert worden war.

King hatte eine Abschwächung des Virus dadurch zu erreichen gesucht, daß er nicht Immunschweine, sondern dem Virus gegenüber an sich natürlich immune Tiere und zwar Pferde intravenös mit beträchtlichen Mengen virushaltigen Schweineserums behandelte und in verschiedenen Zeitabständen bei den Pferden dann Blutentnahmen machte, um das so gewonnene Serum als Vakzin zu benutzen. King hat nach seinen Mitteilungen auf diese Weise in manchen Fällen ein wirksames Vakzin gewonnen, in anderen erwies sich aber das Virus nicht genügend abgeschwächt, so daß es in Beständen, in welchen mit so gewonnenem Vakzin geimpft war, zum Auftreten schwerer Schweinepesterkrankungen kam. Auch die von uns nach dem Vorgange von King bei verschiedenen gegen das Schweinepestvirus natürlich immunen Tieren, wie Pferd, Esel, Kaninchen vorgenommenen entsprechenden Versuche haben nicht zu befriedigenden Erfolgen geführt, da hierbei keine genügend sichere Virusabschwächung erzielt werden konnte.

In der Folge haben wir dann noch einige Versuche über die Abschwächung des Virus im Körper von Immunschweinen ausgeführt, wobei die Blutentnahme nicht wie bei den früheren Versuchen erst nach 24 Stunden, sondern wesentlich früher nach der Viruseinspritzung vorgenommen wurde, nämlich bereits nach fünf und selbst schon nach zwei Stunden.

Wie aus den angeführten Protokollen (S. 192) hervorgeht, wurde auch bei diesem Vorgehen ein brauchbares Vakzin nicht gewonnen. Die Ergebnisse der Versuchsreihe sind aber insofern von Interesse, als sie zeigen, daß das dem immunen Schweinekörper selbst in beträchtlichen Mengen zugeführte Virus hier durch die Antikörper anscheinend sehr rasch paralysiert wird, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß für die Virusabschwächung bei den vorstehend angeführten Versuchen nicht ein Immuntier mit künstlich hochgetriebener Immunität benutzt worden war, sondern ein Immunschwein, welches die Immunität nur durch Überstehen der natürlichen Schweinepesterkrankung erworben hatte.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
175	20 ccm defibriniertes Blut von Tier 438, welchem 2 Stund. zuvor 1 l Virusserumfiltrat intravenös eingespritzt war. Nr. 438 ist ein Läuferschwein, das sich bei einem Serumprüfungsversuch als geschützt erwiesen hatte und annähernd 10 Wochen im Seuchenstall gehalten war.	22. 3.	27. 3. munter 7. 4. munter 14. 4. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall eingesetzt 18. 4. dicke Augen 20. 4. krank.	29. 4. verendet.	Dickdarmschleimhaut geschwollen, gerötet, in der Gegend der Hüftblinddarmklappe etwa 10 kleine Geschwüre. Pneumonie. Milz vergrößert.	In den Organen Bac. enter. Gärtner.	—
176	Wie 175, doch stammte das Blut von einer bei Tier Nr. 438 erst 5 Stunden nach der Virusinjektion vorgenommenen Blutabnahme.	22. 3.	27. 3. munter 7. 4. munter 14. 4. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall 20. 4. krank 26. 4. schwer krank.	2. 5. verendet.	Typischer Pestbefund.	In allen Organen Bac. enter. Gärtner.	—

b) Simultanimpfung.

Während so alle Bemühungen in dem immunen Schweinekörper ein für die aktive Immunisierung geeignetes, abgeschwächtes Virus zu erhalten, zu volltsändig negativen Ergebnissen führten, hatten einige von uns angestellte Simultanimpfversuche besseren Erfolg. Obwohl von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz bei ihren früheren Simultanimpfungen recht wechselvolle und im allgemeinen nicht befriedigende Ergebnisse erzielt worden waren, sind von uns doch noch weitere Versuche mit simultaner Impfung angestellt worden, weil nicht nur in Amerika, sondern auch in jüngster Zeit in Ungarn die Simultanimpfung auch in der Praxis ausgedehntere Anwendung gefunden und sowohl nach den Berichten von Melvin (11), wie auch nach den neueren Angaben von Hutyra (12) und Köves (13) nicht ungünstige Ergebnisse gezeitigt hat. Außerdem veranlaßte uns aber zur Aufnahme solcher Versuche die bereits besprochene, von uns gemachte Feststellung, daß beim Schwein vom Auge aus die Infektion mit Schweinepestvirus selbst mit außerordentlich kleinen Virusmengen besonders leicht und mit ziemlich großer Regelmäßigkeit gelingt. Es erschien nicht ausgeschlossen, daß bei Benützung dieses Infektionsmodus unter gleichzeitiger intramuskulärer Impfung von Serum vielleicht doch bessere und regelmäßigere Ergebnisse mit der Simultanimpfung erzielt werden konnten, als dies bei den früheren Versuchen von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz der Fall war.

Die ersten Versuche wurden in der Weise ausgeführt, daß die Schweine jeweils mit 0,2 Virus vom Auge aus infiziert und gleichzeitig mit 10 ccm Immunserum intramuskulär geimpft wurden. Nach mehrwöchiger Beobachtung wurden die Tiere in den Seuchenstall eingesetzt und auf Immunität geprüft. Das Ergebnis der ersten Versuchsreihe ist aus den nachstehenden Protokollen ersichtlich.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
177	0,2 ccm Virusserumfiltrat wie 161, gleichzeitig aber 10 ccm Schweinepestimmunserum intramuskulär.	31. 8.	5. 9. munter 12. 9. krank? matt, Pocken an beiden Seiten 14. 9. dicke Augen, Pocken, matt 16. 9. dicke Augen, Pocken, matt 20. 9. besser 23. 9. völlig munter 27. 9. munter 30. 9. zur Prüfung auf Immunität in den Seuchenstall eingesetzt Dauernd gesund bis Abschluß des Versuchs am 21. 11.	—	—	—	0
178	Wie 177, nur war die Augenschleimhaut gereizt.	31. 8.	5. 9. munter 15. 9. „ 25. 9. „ 30. 9. klinisch gesund, wird zur Prüfung auf Immunität in den Seuchenstall eingesetzt Dauernd gesund bis Abschluß des Versuchs am 21. 11.	—	—	—	0
179	Kontrolle vergl. 161.	—	—	—	—	—	—
180	Kontrolle vergl. 162.	—	—	—	—	—	—

Bei dem Schwein Nr. 178, welches nach Reizung der Konjunktivalschleimhaut 0,2 ccm Virus in das rechte Auge eingeträufelt erhalten hatte, waren Anzeichen einer Erkrankung überhaupt nicht festzustellen. Trotzdem erwies sich das Tier, nachdem es etwas über 4 Wochen später in den Seuchenstall eingesetzt wurde, der natürlichen Ansteckung gegenüber immun. Dasselbe war bei dem Ferkel Nr. 177 der Fall, doch hatte dieses Tier nach der Einträufelung von 0,2 Virus in das ungereizte rechte Auge eine leichte klinische Erkrankung durchgemacht. Von den beiden mit den gleichen Dosen desselben Virus vom Auge aus infizierten Kontrolltieren zeigte eines bei der 19 Tage nach der Infektion erfolgten Schlachtung typischen Pestbefund.

Zwei später in gleicher Weise angestellte Simultanimpfversuche lieferten entsprechende Ergebnisse.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
181	0,2 ccm Virusserumfiltrat ins rechte Auge, Augenschleimhaut gereizt. Gleichzeitig 10 ccm Schweinepestimmunserum intramuskulär.	19. 10.	24. 10. munter 27. 10. dicke Lider, matt 29. 10. besser 15. 11. munter 30. 11. klinisch gesund, in Seuchenstall zur Prüfung auf Immunität eingesetzt Dauernd gesund bis zum Abschluß des Versuchs 10. 2. 11.	—	—	—	—
182	Wie 181, nur war die Augenschleimhaut nicht gereizt.	19. 10.	24. 10. munter 27. 10. matt 29. 10. matt, frißt schlecht 4. 11. besser 10. 11. munter 30. 11. klinisch gesund, zur Prüfung auf Immunität in den Seuchenstall eingesetzt Dauernd gesund bis zum Abschluß des Versuchs.	—	—	—	—
183	Kontrolle vergleiche Nr. 164.	—	—	—	—	—	+

Beide Tiere waren hier nach der Simultanimpfung nur sehr leicht erkrankt, hatten sich aber dadurch, wie die späteren Prüfungen im Seuchenstall ergaben, eine ausreichende Immunität gegen die natürliche Ansteckung erworben.

Ein weiterer gleichartig angestellter Versuch, bei dem beide Ferkel sofort nach der Simultanimpfung, noch der natürlichen Infektion im Seuchenstall ausgesetzt waren, fiel weniger gleichmäßig aus (s. Tabelle S. 195).

Das simultan geimpfte Schwein Nr. 184 blieb in dieser Versuchsreihe zwar ebenfalls vollkommen gesund, bei dem Tier Nr. 185 war der Serumschutz jedoch nicht stark genug, um es unter den gewählten Versuchsbedingungen vor der Ansteckung vollständig zu schützen. Das Tier erkrankte allerdings auch nicht tödlich, entwickelte sich aber zu einem typischen, chronischen Kümmerer. Die beiden nur mit Serum geimpften Kontrolltiere blieben vollständig gesund. Es ergibt sich unseres Erachtens aus dieser Versuchsreihe, daß auch bei dieser Art der Simultanimpfung keine genügend sichere Einstellung von Virus und Serum gewährleistet ist, um das Simultanimpfverfahren als völlig gefahrlos ansehen und etwa für die Anwendung in der Praxis ohne weiteres empfehlen zu dürfen. Die angeführten Versuche sind allerdings nicht zahlreich genug, um allgemeinere, bestimmte Schlüsse daraus ziehen zu können. In gewisser Hinsicht scheinen sie uns jedoch dafür zu sprechen, daß es sich, wenn man überhaupt in einem Falle die Simultanimpfung anzuwenden beabsichtigt, vielleicht empfehlen dürfte, gerade diese Art des Infektionsmodus anzuwenden und mit kleinen Virusmengen vom Auge aus die Tiere zu infizieren. Eine allgemeine Anwendung der Simultanimpfung in nicht verseuchten Ställen kann aber selbst bei diesem Vorgehen unseres Erachtens zunächst nicht in Frage kommen, weil auch dabei die Gefahr der Seuchenverbreitung nicht sicher genug ausgeschlossen werden kann.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
184	Wie 181, aber sofort in Seuchenstall eingesetzt.	19. 10.	26. 10. munter 30. 10. „ 15. 11. „ 15. 12. „ Dauernd gesund bis zum Abschluß des Versuchs 10. 2. 11.	—	—	—	0
185	Wie 184, aber Augenschleimhaut ungereizt.	19. 10.	26. 10. munter 31. 10. etwas matt 4. 11. krank? 10. 11. krank? 25. 11. kümmert 5. 12. wird Kümmerer.	22. 12. geschlachtet.	Dickdarmschleimhaut wenig gerötet, keine Geschwüre, auch keine Narben nachweisbar.	—	+
186	Kontrolle über Wirksamkeit des Virus vom Auge aus vergl. Nr. 164.	—	—	—	—	—	+
187	10 ccm Schweinepestimmunserum Kontrolle über Wirksamkeit des Serums. Sofort in Seuchenstall eingesetzt.	19. 10.	26. 10. munter 30. 10. „ 15. 11. „ 1. 12. gesund Abschluß des Serumschutzversuches.	—	—	—	0
188	Wie 187.	19. 10.	26. 10. munter 30. 10. „ 15. 11. „ 1. 12. gesund Abschluß des Serumschutzversuches.	—	—	—	0

c) Passive Immunisierung.

Bei allen früheren Untersuchungen über die Herstellung hochwertiger Schweinepestimmunsera hatte es sich übereinstimmend ergeben, daß solche Sera nicht von den für das Pestvirus unempfindlichen Tierarten, sondern nur von Schweinen gewonnen werden konnten. Zur Immuniserung der Schweine waren dabei entweder virushaltige Serumfiltrate oder virushaltiges defibriniertes Blut schweinepestkranker Schweine verwendet worden. Diese Art der Serumherstellung hat den Nachteil, daß sie nicht nur mit verhältnismäßig großen Kosten verbunden ist, sondern daß auch die Gewinnung größerer Mengen von Virus gewisse Schwierigkeiten bietet. Wir haben deshalb unsere Untersuchungen nach der Richtung ausgedehnt, durch Verwendung des virushaltigen Urins schweinepestkranker Schweine eine Verbilligung der Serumherstellung zu erreichen. Zugleich schien es nicht ausgeschlossen, bei Benutzung von virushaltigem Urin vielleicht doch Pferde zur Serumgewinnung heranziehen zu können, da anzunehmen war, daß die Immunisierung mit dem eiweißarmen Schweineurin von anderen Tieren besser vertragen würde als die Behandlung mit virushaltigem defibiniertem Schweine-

blut oder mit Filtraten von Schweineserum. Es war aber, wie die entsprechenden Versuche bald zeigten, auch auf diesem Wege nicht möglich, von Pferden wirksame Sera zu gewinnen. Dagegen gelang es uns, von Schweinen ausschließlich durch Behandlung mit virushaltigen Urinfiltraten ebenso hochwertige und gleich wirksame Sera zu erhalten wie bei der Immunisierung mit virushaltigem defibriniertem Schweineblut oder mit virushaltigen Serumfiltraten. Die Schweine vertrugen dabei auch die intravenöse Zuführung selbst großer keimfrei filtrierter Urinmengen ohne ernstere oder nachhaltigere Störungen. Allerdings machten sich nach den intravenösen Einspritzungen großer Urindosen bei den Tieren mitunter urämische Erscheinungen, hauptsächlich heftiges Erbrechen bemerkbar, die Tiere hatten sich aber regelmäßig auch in diesen Fällen am nächsten, spätestens am übernächsten Tag nach der Injektion wieder vollständig erholt. Im allgemeinen wurde sogar die intravenöse Zuführung großer Urinmengen besser vertragen als die intravenöse Einspritzung von Organextrakten. Die Benutzung von Organextrakten schweinepestkranker Schweine zur Immunisierung ist nur nach vorhergegangener Filtration der Extrakte angezeigt, da die Organextrakte auch bei Schweinen bei intravenöser Zuführung eine toxische Wirkung ausüben, die aber durch die vorausgegangene Filtration aufgehoben bezw. bei sehr großen Organextraktmengen herabgesetzt werden kann (Uhlenhuth-Haendel). Außerdem hat es sich uns als zweckmäßig bewährt, größere Organextraktmengen nicht rein einzuspritzen, sondern möglichst immer nur mit Serumfiltraten zu gleichen Teilen gemischt zu verwenden.

Nachstehendes Protokoll zeigt die Immunisierung eines Schweines, welches von uns ausschließlich mit keimfrei filtriertem Urin vorbehandelt worden ist.

Immunisierung eines Immunschweines mit Urinfiltraten.

14. 9. 1909.	50 ccm Urin intravenös.	
14. 10. 1909.	100 „ „ „	
3. 11. 1909.	250 „ „ „	
12. 2. 1910.	350 „ „ „	Nach der Injektion hinfällig, sehr starkes Erbrechen.
13. 2. 1910.	Erholt.	
2. 3. 1910.	400 ccm Urin intravenös.	
12. 4. 1910.	600 „ „ „	Hinfällig, starkes Erbrechen.
14. 4. 1910.	Erholt.	
26. 4. 1910.	Blutentnahme 1 Liter.	
23. 5. 1910.	1000 ccm Urin intravenös.	
8. 6. 1910.	Blutentnahme 1 Liter.	
17. 6. 1910.	„ 1 „	
27. 6. 1910.	1000 ccm Urin intravenös.	
12. 7. 1910.	Blutentnahme 1 Liter.	
24. 7. 1910.	„ 1 „	
5. 8. 1910.	„ 1 „	
12. 8. 1910.	1500 ccm Urin intravenös und intramuskulär. Erbrechen.	
29. 8. 1910.	Blutentnahme 1 Liter.	
3. 9. 1910.	1000 ccm Urin intravenös.	
21. 9. 1910.	Entblutet.	

Zu dem als Beispiel angeführten Protokoll ist zu bemerken, daß eine solche, sich über einen langen Zeitraum erstreckende, periodenweise Behandlung der Schweine von uns nur aus dem Grunde ausgeführt wurde, weil uns zu Immunisierungszwecken nur verhältnismäßig wenig große Tiere zur Verfügung standen, und wir deshalb bestrebt waren, von jedem einzelnen Immunschwein möglichst große Serummengen zu gewinnen. Für die Serumherstellung zu praktischen Zwecken wird es unter Umständen vorteilhafter sein, statt einer solchen periodenweisen, sich über einen langen Zeitraum erstreckenden Weiterbehandlung bei den Immuntieren nach dem ersten Hochtreiben des Serums sofort mehrere größere Teilblutungen und anschließend dann gleich auch die totale Entblutung der Tiere vorzunehmen, weil doch immerhin damit zu rechnen ist, daß bei der Fortsetzung der Behandlung keine weitere Steigerung des Serumtiters, sondern eventuell auch eine Abnahme desselben eintreten könnte. Solche Beobachtungen, wonach sich spätere Serumentnahmen etwas schwächer erweisen können, sind von uns allerdings nur in vereinzelten Fällen gemacht worden. Für gewöhnlich haben sich die bei den späteren Blutentnahmen nach langdauernder Behandlung gewonnenen Sera als gut wirksam erwiesen. Was die Gewinnung des Urins zu Immunisierungszwecken anlangt, so kann man zur Behandlung der Serumschweine, sowohl den von erkrankten Tieren ausgeschiedenen Urin, wie auch den Harn der geschlachteten und verendeten Tiere verwenden. Im letzteren Falle empfiehlt es sich, den Urin aus der in situ unterbundenen und durch Kauterisation geöffneten Harnblase mittels steriler Pipetten in Kölbchen zu übertragen und die gesammelten Urinmengen dann zu filtrieren. Zur Gewinnung des Urins der kranken Tiere haben wir diese in besonderen Käfigen gehalten, deren Boden mit einem Urinablauf versehen war. Der Urin wurde in untergestellten Gefäßen aufgefangen und die innerhalb 24 Stunden so erhaltenen Harnmengen dann filtriert. Man kann dabei durch intraperitoneale Kochsalzinjektionen die Urinproduktion der kranken Tiere erheblich steigern und dadurch wesentlich größere Urinmengen gewinnen (vergl. Tabelle S. 198).

Durch die intraperitoneale Zuführung von Kochsalzlösung war es somit möglich, die täglich gewonnenen Urinmengen bis auf über 600 ccm zu steigern, während wir von unbehandelten Tieren durchschnittlich innerhalb 24 Stunden meist nur 200 ccm oder weniger Urin erhielten. Dabei erwies sich im allgemeinen, wie ebenfalls aus den nachstehenden Protokollen (S. 198) hervorgeht, der so gewonnene Urin ebenso virulent wie der der unbehandelten Tiere. In einem Falle konnten wir allerdings bei einem mit noch größeren Mengen von Kochsalzlösung intraperitoneal behandelten Ferkel eine Virulenzabnahme bei dem auf diese Weise gewonnenen Urin feststellen.

Von der Wirksamkeit der durch Immunisierung mit Urin gewonnenen Immunsera haben wir uns in zahlreichen Versuchen überzeugen können (vergl. Tabellen S. 199 bis 203).

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
189	10 ccm Virusserumfiltrat intramuskulär.	18. 4.	22. 4. munter 26. 4. munter 28. 4. dicke Lider 2. 5. Pocken, Durchfall, deutl. krank, wird zur Uringewinnung in besonderen Käfig übergesetzt. 3. 5. 11 Uhr vorm. 300, 2 Uhr nachm. 700 ccm Kochsalzlösung intraperitoneal injiziert. (Urinmenge am 3. 5. 8 Uhr vorm. 200 ccm, am 4. 5. 8 Uhr vorm. dagegen 610 ccm). 4. 5. 1 l NaCl intraperitoneal. (Urinmenge am 5. 5. 630 ccm).	6. 5. in extremis entblutet.	Typischer Pestbefund.	negativ.	—
190	10 ccm filtrierter Urin von Ferkel 189 vom 3. 5. intramuskulär.	6. 5.	8. 5. munter 10. 5. munter 16. 5. dicke Lider 20. 5. dicke Lider, Pocken 26. 5. deutlich krank 3. 6. deutlich krank in Seuchenstall eingesetzt.	8. 6. in extremis entblutet.	Auf der Dickdarmschleimhaut 21 typische Geschwüre. Beiderseitige Pneumonie.	In allen Organen Pestifer.	—
191	10 ccm filtrierter Urin von Ferkel 189 vom 4. 5. intramuskulär.	6. 5.	8. 5. munter 10. 5. munter 12. 5. schwer krank in Seuchenstall eingesetzt.	23. 5. †	Dickdarmschleimhaut geschwollen, mit außerordentlich zahlreichen strich- und punktförmigen Blutungen übersät. An vielen Stellen nekrotische Herde.	negativ.	12. 5. +
192	5 ccm filtrierter Urin von Ferkel 189 vom 5. 5. intramuskulär.	6. 5.	8. 5. munter 10. 5. munter 20. 5. krank? 23. 5. krank, hustet 28. 5. deutl. krank, Durchfall.	6. 6. entblutet.	Beiderseitige katarrhalische Lungenentzündung. Wenige diphtherische Herde in der Blinddarmschleimhaut.	Lunge: Bac. suisepticus und Kokken, sonst negativ.	20. 5. +

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriolog. Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
193	15 ccm Schweinepestimmunserum vom 26. 4. 10. (Durch Immunisierung mit virushaltigem Urin gewonnen). Sofort in Seuchenstall eingesetzt.	11. 5.	13. 5. munter 30. 5. „ 15. 6. „ 30. 6. „ Vers. abgeschlossen.	—	—	—	30. 5. 0
194	Wie 193.	11. 5.	13. 5. munter 30. 5. „ 15. 6. „ 30. 6. „ Vers. abgeschlossen.	—	—	—	30. 5. 0
195	15 ccm normales Schweineserum, sofort in den Seuchenstall. Kontrolle zu 193 u. 194.	11. 5.	14. 5. munter 15. 5. Pocken an den Beinen 17. 5. krank 20. 5. schwer krank.	25. 5. verendet.	Stark abgemagert. Außerordentl. zahlreiche ältere und frische Pocken, besonders in der Schwanzgegend u. a. d. Hinterbeinen. Dickdarmschleimhaut tiefrot u. geschwollen, zahlreiche Geschwüre. Schleimhaut des Magens im Fundusteil scharlachrot gefärbt.	negativ.	15. 5. l. u. + r. 0
196	10ccm Immunserum intramuskulär (Das Serum stammt von demselben Schwein, wie das bei 194 u. 195 angewendete. Es war nur durch Immunisierung mit Urin gewonnen. Entnahme v. 21. 9. 10) Sofort in d. Seuchenstall eingesetzt.	15. 11.	21. 11. munter 1. 12. „ 15. 12. „ 31. 12. „ 15. 1. „ 26. 1. gesund Vers. abgeschlossen.	—	—	—	10. 11. 0 12. 11. 0 15. 11. 0 28. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0
197	Wie 196.	15. 11.	21. 11. munter 25. 11. munter 29. 11. hinkt hinten links, sonst munter 3. 12. hinkt auch rechts, Gelenkschwellung 8. 12. erholt sich 15. 12. munter 15. 1. munter, etwas in der Ernährung zurück 26. 1. gesund Vers. abgeschlossen.	—	—	—	10. 11. 0 12. 11. 0 15. 11. 0 28. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriolog. Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
198	10 ccm normales Schweineserum. Sofort in Seuchenstall. Kontrollen zu Nr. 196 u. 197, sowie zu Nr. 200 und 201.	15. 11.	25. 11. frißt schlecht, macht krank. Eindruck. Augenlider geschwollen. 28. 11. deutl. krank, eingefallen. Verklebte Augen, Pocken, Durchfall.	2. 12. verendet.	Akute hämorrhagische Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut. Auf der Schleimhaut der Hüft-Blinddarmklappe diphtherische Beläge und einzelne Geschwüre; kruppöse Pneumonie.	negativ.	15. 11. 0 28. 11. + 30. 11. 0 2. 12. 0
199	10 ccm normales Schweineserum. Sofort in Seuchenstall. Kontrolle wie 198.	15. 11.	22. 11. macht kranken Eindruck 25. 11. verklebte Augen, Pocken, Durchfall.	26. 11. verendet.	Die geschwollene Dickdarmschleimhaut mit punktförmigen Blutungen durchsetzt. An der Blinddarmklappe zahlreiche nekrotische Herde (Geschwüre). Die Schleimhaut des Magens diffus gerötet. In der Rindenschicht der Niere punktförmige Blutungen. Lunge ohne Besonderheiten.	negativ.	10. 11. 0 12. 11. 0 15. 11. 0 26. 11. +
200	10 ccm Schweinepestimmunserum (Serum von Hutyra erhalten). Sofort in den Seuchenstall.	15. 11.	25. 11. munter 1. 12. „ 15. 12. „ 31. 12. „ 15. 1. „ 26. 1. gesund. Versuch abgeschlossen.	—	—	—	12. 11. 0 15. 11. 0 28. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0
201	Wie 200. Sofort in den Seuchenstall.	15. 11.	25. 11. munter 1. 12. „ 15. 12. „ 31. 12. „ 15. 1. „ 26. 1. gesund. Versuch abgeschlossen.	—	—	—	12. 11. 0 15. 11. 0 28. 11. 0 30. 11. 0 15. 12. 0
202	10ccmSchweinepestimmunserum. (Serum mit Urin hergestellt. Entnahme: Mischserum vom 12. u. 27. 7. u. 5. 8.) Sofort in den Seuchenstall.	7. 12.	19. 12. munter 20. 12. „ 31. 12. „ 25. 1. „ 5. 1. „ 25. 2. gesund.	—	—	—	—
203	Wie 202.	7. 12.	Desgl.	—	—	—	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
204	10 ccm normales Schweineserum Sofort in den Seuchenstall Kontrolle zu 202 u. 203.	7. 12.	9. 12. munter 15. 12. krank? 22. 12. krank 24. 12. sehr schwer krank.	24. 12. nachmittags verendet.	Dickdarmschleimhaut in ihrer ganzen Länge mit zahlreichen Geschwüren besetzt.	Leber: Bac. ent. Gärtner, Darm: Gärtner.	6. 12. 0 19. 12. + 24. 12. +
205	10 ccm Schweinepesturinimmunserum. Sofort in den Seuchenstall. (Entnahme vom 8 u. 17. 6.)	28. 1.	1. 2. munter 10. 2. „ 20. 2. „ 20. 3. gesund Vers. abgeschlossen.	—	—	—	—
206	Wie 205.	28. 1.	1. 2. munter 10. 2. „ 20. 2. „ 20. 3. „ Vers. abgeschlossen.	—	—	—	—
207	10 ccm normales Schweineserum Sofort in Seuchenstall Kontrolle zu Nr. 205, 206, 209 u. 210.	2. 2.	6. 2. Pocken 10. 2. schwer krank.	11. 2. verendet.	Akute Form der Pest mit Blutungen u. Geschwüren im Dickdarm.	Leber, Milz: Bac. Pestifer, außerdem in allen Organen auch Bac. Pyocyaneus.	—
208	Wie 207.	2. 2.	6. 2. Verklebte Augen, Pocken 8. 2. deutlich krank 10. 2. sehr schwer krank.	10. 2. verendet.	Desgl.	negativ.	—
209	10 ccm Immunserum (mit Virusfiltraten hergestellt. 1. Entnahme).	2. 2.	8. 2. munter 11. 2. anscheinend krank 18. 2. deutlich krank.	20. 2. geschlachtet.	Auf Dickdarmschleimhaut 20 erbsengroße nekrotische Herde (Serum nicht hochwertig genug).	negativ.	—
210	10 ccm Immunserum wie 209.	2. 2.	8. 2. munter 15. 2. munter 20. 2. munter, eingefallen 25. 2. krank? 28. 2. krank? 3. 3. kümmert 10. 3. kümmert 20. 3. Versuch abgeschlossen. Kümmerer. (Serum nicht genügend hochwertig).	—	—	—	—
211	10 ccm Immunserum (mit Virusserumfiltraten hergestellt. 2. Entnahme), sofort in Seuchenstall.	6. 2.	8. 2. munter 20. 2. „ 1. 3. „ 20. 3. gesund Vers. abgeschlossen.	—	—	—	—
212	Wie 211.	6. 2.	Desgl.	—	—	—	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
213	10 ccm Urinimmunserum (Entnahme vom 8. und 17. 6.) Sofort in Seuchenstall.	6. 2.	8. 2. munter 20. 2. „ 1. 3. „ 20. 3. „ Vers. abgeschlossen.	—	—	—	—
214	10 ccm Immunserum wie 213.	6. 2.	8. 2. munter 20. 2. „ 1. 3. „ 20. 3. gesund Vers. abgeschlossen.	—	—	—	—
215	10ccmSchweinepestimmunserum intramuskulär (mit Virusfiltraten hergestellt. 3.Entnahme).	6. 2.	Desgl.	—	—	—	—
216	Wie 215.	6. 2.	Desgl.	—	—	—	—
217	10ccmSchweinepestimmunserum intramuskulär(Urinserum vom 21.9.10).	6. 2.	Desgl.	—	—	—	—
218	Wie 217.	6. 2.	Desgl.	—	—	—	—
219	10 ccm normales Schweineserum Kontrolle zu Nr. 211 bis 218.	6. 2.	8. 2. munter 15. 2. matt eingefallen, dicke Augen und Durchfall. 20. 2. schwer krank.	25. 2. verendet.	Typischer Pestbefund.	In allen Organen Bac. enter. Gärtner.	—
220	Wie 219.	6. 2.	8. 2. munter 15. 2. krank 20. 2. sehr schwer krank.	21. 2. verendet.	Desgl.	In allen Organen Bac. enter. Gärtner.	—
221	10 ccm Immunblut intramuskulär(von Dorset überlassen). Sofort in Seuchenstall	7. 3.	9. 3. munter 15. 3. „ 30. 3. „ 30. 4. „ 24. 5. Versuch abgeschlossen.	24. 5. geschlachtet.	Vollkommen normaler Befund.	negativ.	15. 3. 0
222	Wie 221.	7. 3.	Desgl.	24. 5. geschlachtet.	Desgl.	negativ.	15. 3. 0
223	10 ccm normales Schweineserum Sofort in Seuchenstall Kontrolle zu 221 und 222.	7. 3.	9. 3. munter 15. 3. krank 22. 3. schwer krank.	26. 3. verendet.	20 erbsengroße nekrotische Herde auf der Dickdarmschleimhaut. Pneumonie, Pleuritis und Pericarditis.	In allen Organen Bac. enter. Gärtner.	+
224	10 ccm Urinimmunserum intramuskul. Sofort in Seuchenstall, in welchen mehrere mit von Dorset erhaltenen Virus infizierte Tiere eingesetzt sind.	18. 4.	25. 4. munter 1. 5. „ 15. 5. „ 31. 5. „ 15. 6. „ 30. 6. gesund Vers. abgeschlossen.	30. 6. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
225	Wie 224.	18. 4.	25. 4. munter 1. 5. „ 15. 5. „ 31. 5. „ 15. 6. „ 30. 6. gesund. Versuch abgeschlossen.	30. 6. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
226	10 ccm Serum von Hutyra. Sofort in Seuchenstall.	18. 4.	25. 4. munter 1. 5. „ 31. 5. „ 15. 6. „ 30. 6. gesund. Versuch abgeschlossen.	30. 6. geschlachtet.	Desgl.	negativ.	—
227	Wie 226.	18. 4.	Desgl.	30. 6. geschlachtet.	Desgl.	negativ.	—
228	10 ccm normales Schweineserum Sofort in Seuchenstall. Kontrolle zu Nr. 224—227.	18. 4.	25. 4. krank 1. 5. sehr schwer krank.	2. 5. verendet.	Typischer Pestbefund.	In allen Organen Bac. suipestifer, der zunächst mit allen benutzten Pestifer- u. Paratyphus-Seris nicht agglutiniert.	—

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß bezüglich der schützenden Kraft die mit virushaltigem Urin hergestellten Sera den durch Behandlung der Immunschweine mit virushaltigen Serumfiltraten oder mit defibriniertem Blut erhaltenen Immunseris vollkommen gleichwertig sind.

Schließlich ist bei den vorstehenden Protokollen als besonders bemerkenswert noch hervorzuheben, daß die Immunsera, welche mit unserem aus Seuchengängen in Deutschland stammendem Virus hergestellt waren, nicht nur gegen das entsprechende Virus, sondern auch gegen Virusproben Schutz gewährten, welches uns in dankenswerter Weise von Dorset überlassen waren. Andererseits schützten Immunsera, welche uns Dorset sowie Hutyra freundlichst zur Verfügung gestellt hatten, in gleicher Weise gegen das von uns benutzte wie gegen das amerikanische Virus.

Besondere Unterschiede, welche vielleicht in immunisatorischer Hinsicht in Betracht zu ziehen wären, scheinen sonach bei den einzelnen Virusarten der verschiedenen Länder und Erdteile nicht zu bestehen.

IV. Bakteriologische Untersuchungen.

Alle zur Obduktion gekommenen Schweine sind ebenso wie bei den früheren Untersuchungen in eingehender Weise bakteriologisch untersucht worden. Es wurden bei jeder Sektion von den inneren Organen Lunge, Leber, Milz, Nieren, den Lymphdrüsen, sowie von dem Herzblut und von der Darmschleimhaut bezw. dem Darminhalt

der Tiere Proben entnommen und kulturell weiter verarbeitet, indem sie auf gewöhnlichem Agar, sowie auf Drigalski- und Malachitgrünplatten (Löffler) ausgestrichen wurden. Die hieraus gezüchteten Stämme wurden in kultureller Hinsicht auf den im Gesundheitsamt regelmäßig benutzten Differentialnährböden, nämlich Milch, Lackmusmolke, Löffler-Malachitgrün- sowie Barsiekow-Lösungen I und II, auf Hetsch-Lösung, in Trauben- und Milchzuckerbouillon und endlich auf Neutralrot- und Orzeinagar, sowie außerdem bezüglich ihres serologischen und biologischen Verhaltens eingehend geprüft.

Bei diesen Untersuchungen war es nun auffallend, daß bei den Desinfektionsversuchen, bei welchen die Schweine jeweils einzeln bis zu ihrem Tode in besonderen Käfigen gehalten wurden, nur in einem verhältnismäßig geringen Prozentsatz der zur Obduktion gekommenen Tiere die charakteristischen Begleitbakterien der Schweinepest durch die bakteriologische Untersuchung nachgewiesen werden konnten. So wurde z. B. bei 90 bei diesen Versuchen verwendeten und bis zum Tode isoliert gehaltenen Tieren der Bazillus suipestifer nur bei 14 und zwar 4mal allein in den von der Darmschleimhaut stammenden Proben und 10mal im Darminhalt und in einzelnen oder allen Organen, also insgesamt in 15% der Fälle und der Bazillus Gärtner überhaupt nur bei zwei Tieren (in den Organen) — 2,2% der Fälle nachgewiesen. Dagegen fanden wir bei den im Seuchenstall eingegangenen Schweinen, also bei den Tieren, welche jeweils mit mehreren anderen schweinepestkranken Ferkeln in derselben verseuchten Bucht gesessen hatten, Begleitbakterien in einem ganz erheblich viel höheren Prozentsatz. Unter 20 in der Zeit vom 24. März bis 30. Juni 1911 im Seuchenstall eingegangenen Ferkeln konnten wir so z. B. bei 15 also 75% dieselbe Bakterienart in Reinkultur aus den Organen isolieren, während die bakteriologische Untersuchung nur bei 5 ein negatives Ergebnis hatte.

Nachstehend (S. 205—207) sind die diese Fälle betreffenden Protokolle wiedergegeben, weil es sich dabei um Pestiferstämme handelt, welche zuerst für Pestifer und Paratyphus B-Sera inagglutinabel waren, in ihrem späteren serologischen Verhalten aber bemerkenswerte Veränderungen zeigten, auf die in der Folge noch des Näheren zurückzukommen sein wird.

Das Auftreten dieser ursprünglich für Pestifer-Sera inagglutinablen Pestiferstämme in unserem Seuchenstall ist auch insofern von Interesse, als in diesem Falle genau festzustellen war, durch welches Ferkel diese früher noch nicht zur Beobachtung gekommene Kultur in den Seuchenstall eingeschleppt war. Das uns von Dorset überlassene Virus war unfiltriert und enthielt in Reinkultur einen Bazillus, welcher sich kulturell wie der Bac. suipestifer bezw. wie Paratyphus B verhielt, aber durch unsere Pestifer-Sera und Paratyphus B-Sera nicht agglutiniert wurde. Ein mit solchem unfiltriertem Virus geimpftes Ferkel (Nr. 229) war am 24. 3. in den Seuchenstall eingesetzt, und von diesen Zeitpunkte an konnten wir, wie erwähnt, während längerer Zeit bei den zur Obduktion gekommenen Ferkeln kauptsächlich nur derartige Bakterien nachweisen. Diese Beobachtung gibt u. E. zugleich einen gewissen Aufschluß, worauf der bei unseren Versuchen in Erscheinung getretene Unterschied in der Häufigkeit des Nachweises von Begleitbakterien bei schweinepestkranken Schweinen, je nachdem die Tiere isoliert einzeln in Käfigen oder mit anderen schweinepestkranken Ferkeln zusammen in dem

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
229	10 ccm unfiltriertes Virus von Dorset. Sofort in den Seuchenstall.	24. 3. 11.	27. 3. krank 30. 3. schwer krank.	31. 3. verendet.	Schwere akute Form der Pest.	In allen Organen Bac. suipestifer, der zunächst mit allen benutzten Pestifer- u. Paratyphus B-Seris nicht agglutiniert.	27. 3. +
230	10 ccm Virus von Dorset, das hier steril filtriert war. Besonderer Käfig.	25. 3. 11.	28. 3. munter 1. 4. dicke Lider. Durchfall 10. 4. deutlich krank 15. 4. schwer krank in Seuchenstall 20. 4. in extremis.	20. 4. verendet.	Die Spitzenlappen beider Lungen graurot derb. Dickdarmschleimhaut in ihrer ganzen Ausdehnung mit überaus zahlreichen Geschwüren bedeckt.	Wie 229.	—
231	Vergl. 228.	18. 4.		2. 5.		Wie 229.	—
232	10 ccm Virusfiltratimmunserum intramuskulär. Sofort in den Seuchenstall.	3. 4.	13. 4. krank 20. 4. schwer krank.	6. 5. in extremis geschlachtet.	Typischer Befund. Serum nicht hochwertig genug.	Wie 229.	—
233	Wie 232.	3. 4.	9. 4. krank 13. 4. schwer krank.	15. 4. verendet.	Desgl.	Wie 229.	—
234	10 ccm Normales Serum intramuskulär. Sofort in Seuchenstall. Kontrolle zu 232 und 233.	3. 4.	8. 4. krank 10. 4. schwer krank.	10. 4. verendet.	Schwere akute Form der Pest.	negativ.	—
235	Wie 234.	3. 4.	10. 4. krank 20. 4. schwer krank.	21. 4. verendet.	Typischer Befund. (Pest).	Wie 229.	—
236	20 ccm filtrierter Darminhalt von schweinepestkrankem Tier intramuskulär. Besonderer Käfig.	13. 4.	16. 4. munter 20. 4. „ 25. 4. „ 30. 4 „ 5. 5. „ 10. 5. „ 12. 5. gesund, zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall 16. 5. munter 20. 5. krank 25. 5. schwer krank 27. 5. in extremis.	27. 5. verendet.	Dickdarmschleimhaut in der ganzen Länge mit frischen Blutungen durchsetzt, 2pfennigstückgroße Geschwüre. Multiple Blutungen in den Nieren.	Wie 229.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
237	Wie 236.	13. 4.	25. 4. munter 30. 4. „ 10. 5. „ 12. 5. gesund zur Prüfung auf Immunität in Seuchenstall. 20. 5. krank. 25. 5. „ 30. 5. schwer krank.	31. 5. verendet.	Typischer Befund.	negativ.	—
238	Vergl. Nr. 90.	4. 5.	—	18. 5.	—	negativ.	13. 5. +
239	Vergl. Nr. 91.	4. 5.	—	25. 5.	—	Wie 229.	—
240	10 ccm Virusserumfiltrat. Zur Virulenzerhaltung des Seuchenstalles.	8. 5.	15. 5. krank 20. 5. schwer krank.	23. 5. verendet.	Typischer Befund.	Wie 229.	—
241	Wie 240.	8. 5.	15. 5. krank 20. 5. schwer krank.	22. 5. verendet.	Typischer Befund	Wie 229.	—
242	Wie 240.	10. 5.	16. 5. krank 23. 5. schwer krank.	25. 5. verendet.	Typischer Befund.	Wie 229.	—
243	10 ccm Normales Schweineserum intramuskulär. Kontrolle zu Nr. 245 bis 248.	11. 5.	20. 5. krank 30. 5. schwer krank.	3. 6. verendet.	Rechter Spitzenlappen hepatisiert. Dickdarmschleimhaut in der ganzen Länge mit unzähligen erbsen- bis pfennigstückgroßen Geschwüren besetzt.	Wie 229.	—
244	Wie 243.	11. 5.	20. 5. krank 30. 5. schwer krank.	1. 6. verendet.	Typischer Befund.	Wie 229.	—
245	10 ccm Schweinepestimmunserum (von auswärts bezogen zur Prüfung).	11. 5.	20. 5. Pocken, dicke Lider 23. 5. Pocken, besser 15. 6. eingefallen, krank 25. 6. in extremis.	25. 6. verendet.	Darmschleimhaut intakt. Fibrinöse Entzündung beider Spitzen- und Herzlappen und des rechten Anhangslappens.	Lunge Bac. suisepticus, sonst negativ.	—
246	Wie 245.	11. 5.	20. 5. munter 25. 5. „ 1. 6. krank, magert ab 10. 6. deutlich krank Pocken u. Durchfall 20. 6. schwer krank.	21. 6. verendet.	Außerordentlich zahlreiche Geschwüre auf der Dickdarmschleimhaut.	Wie 229.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
247	20 ccm Schweinepestimmunserum intramuskulär. (Mit Virusserumfiltrat hergestellt, dasselbe Serum wie bei Nr. 209 u. 210.).	11. 5.	20. 5. munter 25. 5. munter 1. 6. munter? 5. 6. magert ab, hustet. 15. 6. kümmert 20. 6. kümmert.	27. 6 verendet.	Auf der Dickdarmschleimhaut finden sich 2 frische Geschwüre und verschiedene Narben abgeheilter Geschwüre. Pneumonie beider Lungen.	Lungen: Kokken und Coli, sonst negativ.	—
248	Wie 247.	11. 5.	20. 5. munter 1. 6. krank, Pocken. 10. 6. deutlich krank 15. 6. schwer krank.	18. 6. in extremis geschlachtet.	Typischer Pestbefund.	Wie 229.	—

Seuchenstall gehalten waren, beruht. Er dürfte sich nämlich wohl dadurch erklären, daß das Auftreten der Bakterien in den Organen der schweinepestkranken Schweine auf verschiedene Weise zustande kommt, einmal durch Einwanderung der Bakterien vom Darm her und andererseits aber auch dadurch, daß bei den an Schweinepest erkrankten Tieren die Aufnahme solcher Bakterien auch sekundär erfolgen kann. Infolgedessen wird es unter den isoliert in Käfigen gehaltenen schweinepestkranken Schweinen zu einem Auftreten der in Betracht kommenden Begleitbakterienarten in den Organen nur bei den Tieren kommen, welche die betreffenden Bakterien schon an sich in ihrem Darm beherbergen, während bei gleichzeitigem Aufenthalt mehrerer kranker Tiere im Seuchenstall solche von einzelnen Schweinen ausgeschiedene Bakterien auch von Ferkeln aufgenommen werden können, die ursprünglich frei davon waren. Auf diese Weise erklärt sich u. E. auch die Erscheinung, daß in unserem Seuchenstall zu verschiedenen Zeiten einzelne Bakterienarten vorübergehend vorherrschend auftraten, und wir so lange Zeit in den Organen der aus dem Seuchenstall zur Obduktion gekommenen Tiere hauptsächlich die gewöhnlichen Pestiferstämme, zeitweilig aber, so namentlich im Herbst 1910 und Januar und Februar 1911, meist Gärtnerstämme und während des eben angegebenen Zeitraums hauptsächlich die erwähnten pestifergleichen, aber zunächst für Pestifer-Sera inagglutinablen Bakterienstämme fanden. Während einzelner kürzerer Perioden waren auch bei den im Seuchenstall eingegangenen Tieren Begleitbakterien nur selten nachzuweisen. Ebenso wie im Seuchenstall, werden auch die Verhältnisse bei den einzelnen Seuchengängen in der Praxis liegen. Es werden auch hier jeweils in den Organen der an Schweinepest verendeten Tiere hauptsächlich die Bakterien auftreten, welche gerade in diesem Bestande vorherrschend von den Schweinen normalerweise in dem Darm beherbergt und während der Erkrankung ausgeschieden werden. Offenbar können dabei in den verschiedenen Beständen bezüglich der Bakterienflora lokale und vielleicht auch zeitliche Verschiedenheiten vorkommen, so daß es darauf beruhen dürfte, wenn bei den einzelnen Seuchengängen in der Praxis bereits

so verschiedenartige Bakterien bei Schweinepest gefunden worden sind. Es kommen hier unseres Erachtens neben Pestifer- und **Gärtner**bazillen noch andere Bakterienarten, darunter auch die Bakterien der Gläßer- und Voldagsen-Gruppe in Betracht, worauf wir noch zurückkommen. In gewisser Hinsicht spricht dieser Unterschied in der Häufigkeit des Auftretens dieser Begleitbakterien in den Organen der an Schweinepest gefallenen Schweine, je nachdem die Tiere einzeln isoliert in Käfigen oder zusammen in einer Bucht mit noch zahlreichen anderen kranken Schweinen gehalten wurden, auch gegen die Annahme, daß es sich bei den in den Organen der verendeten Tiere gefundenen Bakterien lediglich um eine postmortale Bakterieneinwanderung handelt. Bei den steril entnommenen Lungenteilen ist ja bei den zur Schlachtung gekommenen Tieren an sich immer mit der Möglichkeit eines während und infolge der Schlachtung durch Aspiration von Blut und Schleim stattgehabten Eindringens von Keimen zu rechnen, und auch bei den anderen Organen kann es während der Agone oder post mortem zu einer Einwanderung von Keimen kommen. Dafür spricht, daß man außer den erwähnten Begleitbakterien auch die verschiedensten anderen Bakterienarten gelegentlich in den Organen der Tiere nachweisen kann. So haben wir nicht selten den Bazillus Pyocyaneus, Streptokokken, Staphylokokken und namentlich auch Colibakterien mitunter allein oder neben den typischen Begleitbakterien gefunden. Daß es aber bereits intra vitam zu einem Auftreten des Bac. suipestifer in der Blutbahn bei schweinepestkranken Tieren kommen kann, haben wir in verschiedenen Fällen experimentell feststellen können. Die Blutproben für diese Untersuchungen wurden den Tieren z. T. aus der Ohrvene, z. T. aus der Schwanzarterie entnommen und jeweils in Mengen von 1 ccm in Galle und außerdem gleichzeitig nach der Methode von **Gildemeister** auch in destilliertem Wasser angereichert.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
249	10 ccm Virusserumfiltrat.	26. 9.	29. 9. munter 1. 10. krank 4. 10. schwer krank.	6. 10. entblutet.	Ausgedehnte Diphtherie der Dickdarmschleimhaut. Hämorrhagische Entzündung der Magenschleimhaut. Multiple Blutungen in den Nieren. Trübung der Leber.	Blutentnahme vom: 2. 10. — 4. 10. + Bac. suipestifer 6. 10. Im Blut, in allen Organen und im Darm Bac. suipestifer.	—
250	Vergl. Nr. 37, S. 154.	6. 10.	—	—	—	Blutentnahme vom: 6. 10. 0 9. 10. 0 11. 10. 0 13. 10. 0 15. 10. 0 18. 10. 0	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
251	Vergl. Nr. 39, S. 154.	6. 10.	Vergl. Nr. 39.	18. 10.	Vergl. Nr. 39.	Blutentnahme vom: 6. 10. 0 9. 10. 0 11. 10. 0 13. 10. 0 16. 10. + Bac. suipestifer 18. 10. Bac. suipestifer in allen Organen.	—
252	10 ccm Virusserumfiltrat + 10 ccm Kochsalzlösung gemischt, nach 20 Min. lang. Steh. intramuskulär Kontrolle bei ein. Desinfektionsversuch.	6. 10.	8. 10. munter 13. 10. krank 19. 10. schwer krank.	21. 10. in extremis geschlachtet.	Typischer Pestbefund.	Blutentnahme vom: 8. 10. 0 9. 10. 0 11. 10. 0 13. 10. 0 15. 10. 0 18. 10. 0 21. 10. 0	—
253	Vergl. Nr. 38, S. 154.	6. 10.	—	8. 2.	—	Blutentnahme vom: 6. 10. 0 9. 10. 0 11. 10. 0 13. 10. + 15. 10. + 18. 10. + 20. 10. 0 22. 10. 0 30. 10. 0	—

Bei dem Schwein Nr. 249, bei welchem der Bazillus suipestifer im Kot festgestellt war, konnte dieser Bazillus am 4. X. am 9. Tage nach der Infektion zum erstenmal auch im Blute nachgewiesen werden. Auch die nach der am 6. 10. erfolgten Schlachtung des Tieres vorgenommene bakteriologische Untersuchung ergab das Vorhandensein des Bazillus suipestifer im Blute, in allen Organen und im Darminhalt. Ebenso lieferte bei dem Ferkel Nr. 251 die bakteriologische Untersuchung des Blutes schon am 2. Tage vor dem Tode des Tieres, am 10. Tage nach der Infektion ein positives Ergebnis. Auch hier fand sich nach dem Tode des Tieres der Bazillus suipestifer in allen Organen. Im Kote konnte er dagegen in diesem Falle niemals nachgewiesen werden, es ist daher nicht ausgeschlossen, daß das Ferkel den Bazillus erst im Seuchenstall, in welchen es in schwerkrankem Zustande am 13. 10. eingesetzt worden war, aufgenommen hat. Bei den Schweinen Nr. 250 und 252 hatte die bakteriologische Untersuchung sämtlicher Blut- und Kotproben ein negatives Ergebnis. Am längsten war das Auftreten des

Bazillus suipestifer in der Blutbahn bei Ferkel Nr. 253 zu verfolgen. Das Tier zeigte nur leichte klinische Krankheitserscheinungen, trotzdem konnte in der am 7. Tage nach der Infektion aus der Schwanzarterie entnommenen Blutprobe der Bazillus suipestifer nachgewiesen werden. Ferner hatte die am 15. und 18. vorgenommene bakteriologische Untersuchung des Blutes ein positives Ergebnis, die späteren Blutuntersuchungen fielen alle negativ aus. Ebenso gelang es bei diesem Tier niemals den Bazillus suipestifer im Kot nachzuweisen. Es ist aber trotzdem anzunehmen, daß es den Bazillus in seinen Darm beherbergt haben muß, da es die ganze Beobachtungszeit in einem besonderen Käfig isoliert gehalten worden war. Bei der am 8. 2. vorgenommenen Schlachtung zeigte das Tier vollkommen normalen Befund. Die bakteriologische Untersuchung hatte ein negatives Ergebnis. Das Serum der untersuchten Tiere wurde jeweils mit den herausgezüchteten Stämmen auf seinen etwaigen Gehalt an Agglutininen untersucht, in keinem Falle konnte auch in den stärksten Serumkonzentrationen eine positive Agglutination festgestellt werden. Nach den Ergebnissen dieser Versuche wird angenommen werden müssen, daß bei schweinepestkranken Tieren bereits intra vitam eine Einwanderung der Begleitbakterien der Schweinepest in die Blutbahn erfolgen kann. Dabei erscheint es besonders bemerkenswert, daß auch nach dem Auftreten solcher Bakterien in der Blutbahn, und obwohl sie in derselben während eines mehrtägigen Zeitraumes nachweisbar blieben, das Ferkel nur verhältnismäßig leichte Krankheitserscheinungen zeigte, sich rasch wieder erholte, ohne daß es aber auch in diesem Falle zu einer nachweisbaren Agglutininbildung gekommen wäre.

Daß neben den verschiedenen der Paratyphusgruppe zugehörigen oder ihr nahestehenden Bakterienarten auch Bakterien aus der Gruppe der hämorrhagischen Septikämie als Begleitbakterien der Schweinepest in Betracht kommen, ist bereits in der ersten Arbeit von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz unter eingehender Berücksichtigung der vorliegenden Literatur ausführlich erörtert worden. Hier sei nur kurz erwähnt, daß wir auch bei der Weiterführung der Untersuchungen, sowohl bei den in einzelnen Käfigen isolierten wie bei den im Seuchenstall gehaltenen schweinepestkranken Tieren das Auftreten solcher Bakterien in den Lungen, sowie in verschiedenen Fällen auch in anderen Organen, zum Teil neben anderen Bakterien wie z. B. dem Bac. suipestifer oder dem Bac. enteritidis Gärtner angetroffen haben. Aber auch diese der Gruppe des Bac. suisepticus zugehörenden Bakterien fanden wir bei den aus dem Seuchenstall zur Obduktion gekommenen Schweinen in einem ganz erheblich viel höheren Prozentsatz wie bei den in Käfigen einzeln gehaltenen Tieren. Von 40 solchen in ihrem biologischen und kulturellen Verhalten von uns näher untersuchten, dem Bac. suisepticus gleichen Stämmen stammten 36 = 90% aus den Lungen bezw. aus den Organen von schweinepestkranken Schweinen aus dem Seuchenstall, während nur 4 = 10% aus den Lungen von pestkranken Ferkeln isoliert waren, welche einzeln in Käfigen gesessen hatten. Die Kulturen erwiesen sich für Mäuse und Meerschweinchen hochvirulent, Mäuse wurden schon durch 0,001, Meeresschweinchen durch 0,01 Normalösen einer Agarkultur getötet. Bei 10 Stämmen wurde auch die Pathogenität gegenüber Kaninchen und bei zwei Kulturen gegenüber Schweinen geprüft. Die Kulturen töteten die Kaninchen bei intravenöser Impfung

von 0,01 Normalöse in drei Tagen. Die beiden je mit zwei Ösen Kultur intravenös geimpften Ferkel waren am 3. bis 4. Tage nach der Impfung verendet. Bei der Obduktion der beiden Tiere fand sich in beiden Fällen das Bild einer reinen Septikämie, im Blut und in sämtlichen Organen wurden die Bazillen in reichlicher Menge nachgewiesen.

Auf ihre Pathogenität gegenüber Schweinen sind von uns ferner auch noch einige der aus den Organen schweinepestkranker Schweine stammende Kulturen des Bac. enteritidis Gaertner und des Bazillus suipestifer geprüft worden. Diese Versuche haben ebenfalls, wie die schon früher von Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz in dieser Hinsicht ausgeführten Prüfungen, zu verschiedenen Ergebnissen geführt. So wurden zwei Ferkel mit zwei frisch aus den Organen von Schweinen gezüchteten Kulturen des Bac. suipestifer subkutan und ein drittes Tier mit einem weiteren frisch gewonnenen Stamm intravenös gespritzt ohne jede krankmachende Wirkung. Auch ein frisch isolierter Gärtnerstamm aus der Milz eines an Schweinepest verendeten Schweines erwies sich selbst bei der intravenösen Injektion von $^1/_2$ Kultur für Schweine nicht pathogen. Dagegen verendeten zwei Ferkel, welche mit zwei anderen aus Schweinen gewonnenen Gärtnerkulturen in Dosen von $^1/_2$ und $^1/_8$ Kultur intravenös geimpft waren, innerhalb von drei und vier Tagen. Ebenso fanden wir einen Pestiferstamm, welcher aus der Leber eines schweinepestkranken Tieres isoliert war und Ferkel bei subkutaner, intravenöser und bei stomachaler Einverleibung zu töten vermochte (vergl. Tabelle Seite 212).

Schon diese wenigen Versuche bestätigten sonach erneut wieder die früheren Erfahrungen, daß die künstliche Infektion mit dem Bac. suipestifer Schweine nicht nur krank machen, sondern auch Darmveränderungen wie bei Schweinepest hervorrufen kann, während in anderen Fällen auch durch Einverleibung großer Kulturdosen eine krankmachende Wirkung nicht erzielt wird. Ähnlich liegen die Dinge, wie diese Versuche ebenfalls zeigten, auch bei dem Gaertnerbazillus. Worauf dieses wechselnde Verhalten bei den verschiedenen Stämmen zurückzuführen ist, läßt sich schwer sagen. Es ist keine Frage, daß dabei Virulenzunterschiede der Kultur, Alter und Resistenz der Tiere und unter Umständen auch die Art des Infektionsmodus von Bedeutung sein können. Es ist dabei aber zugleich zu berücksichtigen, daß gerade bezüglich der Virulenz oder Avirulenz ein und derselben Kultur auch Verhältnisse eine Rolle spielen können, die wir zurzeit noch nicht zu übersehen vermögen. Es sei hier nur an die neuerdings erhobenen Befunde von Baerthlein (14), an die damit übereinstimmenden Angaben von Bernhardt und Ornstein (15), Bernhardt und Paneth (16), sowie an die Mitteilungen von Toenießen (17) erinnert, wonach bei Diphtheriestämmen bezw. bei dem Bac. Friedländer bestimmte Abspaltungen in eine hochvirulente und eine vollkommen avirulente Form bei denselben Kulturen zu beobachten sind. Auch bei einzelnen der Paratyphusgruppe zugehörigen bezw. ihr nahestehenden Kulturen sind von Baerthlein ähnliche Beobachtungen gemacht worden. Dazu kommt ferner, daß der Paratyphusgruppe zugehörige bezw. ihr nahestehende Bakterienarten sich auch sonst auffallend labil erweisen, sowohl bezügl. des kulturellen wie auch des serologischen Verhaltens unter Umständen eigenartige Schwankungen

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
254	4 Ösen Suipestifer-Kultur(541) subkutan.	10. 2.	12. 2. munter 20. 2. „ 25. 2. „ 10. 3. „ 18. 3. klinisch gesund.	18. 3. geschlachtet.	Völlig normaler Befund.	negativ.	—
255	8 Ösen Suipestifer-Kultur(543) subkutan.	10. 2.	Desgl.	18. 3. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
256	3 Ösen Suipestifer-Kultur(553) intravenös.	10. 2.	Desgl.	18. 3. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
257	$^1/_2$ Kultur Bac. enterit. Gärtner(578) intravenös.	14. 2.	15. 2. krank 17. 2. besser 20. 2. munter 25. 2. „ 10. 3. „ 18. 3. klinisch gesund.	18. 3. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—
258	$^1/_2$ Kultur Bac. enterid. Gärtner intravenös. (564)	13. 2.	14. 2. krank 15. 2. schwer krank.	15. 2. verendet.	Haut blaurot. Schwere hämorrhagische Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut. Milz stark vergrößert.	Aus allen Organen Bac. enter. Gärtner.	—
259	$^1/_8$ Kultur Bac. ent. Gärtner intravenös. (564)	24. 2.	25. 2. schwer krank 26. 2. schwer krank.	27. 2. verendet.	Haut blaurot. Magen- und Darmschleimhaut gerötet, geschwollen mit kleinen punktförmigen Blutungen dicht besät. Zahlreiche Blutungen auf der Pleura. Zahlreiche Blutungen in der Rindenschicht d. Nieren. Milz stark vergrößert.	Bac. ent. Gärtner in allen Organen.	—
260	$^1/_2$ Kultur Bac. suipest. (468) subkutan.	24. 2.	26. 2. Impfstelle geschwollen 27. 2. matt 2. 3. krank, eingefallen 5. 3. Durchfall, dicke Lider 6. 3. schwer krank.	7. 3. in extremis entblutet.	Auf der geschwollenen und geröteten Dickdarmschleimhaut finden sich 6 linsen- bis pfennigstückgroße frische Geschwüre. Milz stark geschwollen.	Bac. suipestifer in allen Organen.	—
261	4 Ösen Bac. suipestifer wie 260 intravenös.	24. 2.	26. 2. krank 28. 2. schwer krank.	28. 2. verendet.	Schwere akute hämorrhagische Entzündung der Magen- u. Darmschleimhaut. Starke Milzschwellung.	Bac. suipestifer in allen Organen.	—
262	Gefüttert mit 1 Kultur des Bac. suipestifer von 261 in Milch.	3. 3.	6. 3. matt 9. 3. krank, Durchfall 11. 3. schwer krank.	12. 3.	Stark abgemagert. Auf der Rückenhaut mehrere mit Krusten bedeckte fast markstückgroße Geschwüre. Die geschwollene und gerötete Darmschleimhaut weist im Blind- und Grimmdarm zahlreiche hanfkorn- bis pfennigstückgroße Geschwüre auf.	Bac. suipestifer in allen Organen.	—

und selbst so weitgehende Veränderungen zeigen, daß dadurch der Artcharakter mancher Kulturen eine vollständige Umwandlung erfahren kann. Bevor wir jedoch hierauf an dieser Stelle noch des Näheren eingehen, sollen anschließend zunächst die von uns mit dem Bazillus typhi suis und dem Bac. suipestifer Voldagsen angestellten Versuche kurz angeführt werden, um dann die auch bei diesen Bakterienarten in dieser Hinsicht gemachten Beobachtungen gleichzeitig miterörtern zu können.

Von Glässer (18) ist bekanntlich in neuerer Zeit der Standpunkt vertreten worden, daß in Deutschland zwar eine durch ein filtrierbares Agens bedingte, stark kontagiöse Schweinekrankheit, welche zweckmäßig als Schweinepest zu bezeichnen sei, vorkomme, daß daneben aber als selbständige Infektionskrankheiten der Schweine noch zwei andere Seuchen von allerdings nur mäßiger Kontagiosität abzutrennen seien, von denen die eine durch einen von ihm isolierten, dem Typhusbazillus sich kulturell ähnlich verhaltenden Bazillus, die andere durch den gewöhnlichen, dem Bazillus Paratyphi B gleichen Bac. suipestifer hervorgerufen werde. Glässer bezeichnet die beiden letztgenannten Krankheiten als Typhus und Paratyphus suis und behauptet, daß sie sich auch auf Grund der Verschiedenartigkeit der pathologisch-anatomischen Veränderungen von der durch das filtrierbare Virus erzeugten Krankheit unterscheiden lassen.

In ähnlicher Weise haben sich dann auch Dammann und Stedefeder (19) dahin ausgesprochen, daß unter dem Namen Schweinepest mindestens zwei ätiologisch verschiedene Krankheiten einhergehen, von denen die eine durch ein filtrierbares Virus hervorgerufen wird, während sie als Erreger der anderen einen von ihnen isolierten und Bac. suipestifer Voldagsen benannten Bazillus ansprechen. Das pathologisch-anatomische Bild beider Erkrankungen zeigt nach ihren Angaben weitgehende Übereinstimmungen, sie glauben aber ein ausgesprochenes Unterschiedsmerkmal darin erblicken zu können, daß die kruppös-diphtherischen Schleimhautveränderungen bei der durch ein filtrierbares Agens hervorgerufenen Krankheitsform eine trockene brüchige, zunderartige Beschaffenheit zeigen, während bei der bazillären Form das veränderte Gewebe weniger trocken, mehr breiartig, von schmutzig-grauweißer Farbe ist und in seinen oberen Schichten einem Weichkäse, in den tieferen gekochtem Speck ähnlich sei. Dem Bac. suipestifer erkennen sie eine pathogene Wirkung auf Schweine überhaupt nicht zu. Auch verneinen sie die Möglichkeit einer erfolgreichen passiven Immunisierung gegen das filtrierbare Virus. Neuerdings wurde namentlich von Pfeiler (20) die Auffassung vertreten, daß dem Bac. suipestifer Voldagsen als Erreger einer besonderen bazillären Form der Schweinepest eine erhebliche Bedeutung zukomme. Durch die Liebenswürdigkeit von Glässer und Dammann waren wir in der Lage, auch diese Bakterien zu einigen Versuchen heranzuziehen. Beide Bakterienarten stehen sich, wenn sie auch serologisch und kulturell geringe Abweichungen zeigen, in ihrem biologischen Verhalten doch so außerordentlich nahe, daß sie wohl als identisch anzusehen sind. Die zwischen ihnen in kultureller und serologischer Hinsicht bestehenden Verschiedenheiten sind so gering, daß sie für eine Differenzierung nicht auszureichen, zumal die von uns untersuchten Kulturen des Glässerschen Bazillus und namentlich die des Bac. Voldagsen in ihrem biologischen

Art der Kultur	Löfflerlösung I	Löfflerlösung II	Milch	Lackmusmolke	Barsiekow I (Traubenzucker)
B. typhi suis Glässer	Gerinnung, geringe Schaumbildung	Zuweilen geringe Entfärbung	Unverändert mitunter später etwas Aufhellung	Unverändert bezw. leicht gerötet, keine wesentliche Trübung	Rötung bis Gerinnung
B. Voldagsen	Desgl.	geringe Entfärbung	Desgl.	Unverändert bezw. leicht gerötet, keine erhebliche Trübung, mitunter später Blaufärbung	Desgl.
B. paratyphi B.	schmutzig schaumige Gerinnung	Entfärbung	zunächst unverändert, später Aufhellung	zunächst gerötet, alsdann Blaufärbung	Rötung und Gerinnung
B. enteritidis Gaertner	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.
B. typhi	Gerinnung, über dem Gerinsel klare grüne Flüssigkeit, keine Schaumbildung	unverändert	unverändert	unverändert bezw. leichte Rötung, keine Trübung	Rötung bis Gerinnung
B. dysenteriae Kruse-Shiga	unverändert	Desgl.	Desgl.	leichte Rötung, keine Trübung	Rötung
B. dysenteriae Flexner	zuweilen Gerinnung	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Rötung bis Gerinnung
B. paratyphi A.	schmutzig schaumige Gerinnung	Desgl.	Desgl.	Rötung und Trübung	Rötung und Gerinnung
B. coli	Desgl.	schmutzig schaumige Gerinnung	Gerinnung	Desgl.	Desgl.

Verhalten ebenfalls, wie erwähnt, auffallende Schwankungen aufweisen. Voraussichtlich sind diese Bakterien auch mit Pestifervarietäten, welche schon bei früheren Seuchengängen gefunden wurden, identisch und zwar wahrscheinlich, worauf schon von Glässer hingewiesen wurde, mit Kulturen, welche früher von Karlinski, Preisz, Selander und Mc. Fadyean beschrieben worden sind.

Was zunächst das morphologische Verhalten der Kulturen anlangt, so sind sowohl der Bac. typhi suis Glässer wie der Bac. suipestifer Voldagsen lebhaft bewegliche Kurzstäbchen mit abgerundeten Ecken und seitenständigen Geißeln von etwa der gleichen Größe wie der Bac. suipestifer. Ebenso entspricht ihr färberisches Verhalten dem des Bac. suipestifer. Auf den gewöhnlich gebräuchlichen Nährböden, Bouillon, Gelatine, Agar kommen sie in gleicher Weise wie der Bac. suipestifer zur Entwicklung, nur ist ihr Wachstum meist zarter und etwas weniger üppig. Auf der Oberfläche der festen Nährböden wachsen sie gewöhnlich ebenfalls in etwas zarteren und kleineren Kolonien als die Pestiferstämme. Bei Plattenausstrichen auf den verschiedenen

Barsiekow II (Milchzucker)	Lackmusmannitnutroselösung nach Hetsch	Traubenzucker-Bouillon	Milchzucker-Bouillon	Neutralrot-agar	Orcein-agar
unverändert	unverändert	teils geringe, teils keine Gasbildung	keine Gasbildung	Schwankend, zumeist unverändert, zuweilen etwas Gasbildung und Entfärbung	unverändert
Desgl.	Desgl.	zumeist Gasbildung	Desgl.	meist Entfärbung, Gasbildung, Fluoreszenz	geringe Entfärbung
Desgl.	Rötung, Gerinnung und Gasbildung	Gasbildung	Desgl.	Entfärbung, Gasbildung, Fluoreszenz	Entfärbung und Gasbildung
Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.
unverändert	Rötung und Gerinnung, keine Gasbildung	keine Gasbildung	keine Gasbildung	unverändert	unverändert
Desgl.	leichte Rötung	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.
Desgl.	Rötung bis Gerinnung, keine Gasbildung	Desgl.	Desgl.	Desgl.	Desgl.
Desgl.	Desgl.	Gasbildung	Desgl.	Entfärbung, Gasbildung, Fluoreszenz	Entfärbung und Gasbildung
Rötung und Gerinnung	Rötung, Gerinnung und Gasbildung	Desgl.	Gasbildung	Desgl.	Desgl.

Typhus- und Paratyphusspezialnährböden sind die zur Entwicklung kommenden Kolonien häufig, wenn auch nicht regelmäßig, ebenfalls etwas zarter und kleiner wie die der Pestiferstämme. Auf der Kartoffel wachsen die Stämme als zarter feiner Belag. Milch wird von den Glässer- und Voldagsenkulturen meist auch während einer längeren Beobachtungszeit nicht verändert. Einzelne Stämme können aber bereits auf diesem Nährboden bezüglich ihres Verhaltens insofern eine gewisse Labilität zeigen, als die gleichen Kulturen, welche Milch während einer längeren Beobachtungsdauer nicht verändert hatten, bei einer späteren Prüfung dann ähnlich wie der Bac. suipestifer, wenn auch gewöhnlich in geringerem Grade, Aufhellung und Gelbfärbung bewirken.

Größere Schwankungen zeigen die Stämme in ihrem Verhalten auf der Lackmusmolke, indem hier die gleichen Kulturen einmal diesen Nährboden vollständig unverändert lassen, bei späteren Prüfungen aber auch eine mehr oder weniger stark ausgesprochene Rotfärbung und Trübung desselben bewirken können. Von Bernhardt (21) wurden ferner Stämme beschrieben, welche die Lackmusmolke ursprünglich

ebenfalls nur röteten, später jedoch unter Kahmhautbildung eine ausgesprochene Violett- und Blaufärbung des Nährbodens bewirkten, sich also vollkommen wie Pestiferstämme verhielten. Sehr wechselnd ist das Verhalten der Stämme auf traubenzuckerhaltigen Nährböden, indem sie hier bald Gas bilden, bald nicht, worauf schon Glässer bei seinem Bazillus aufmerksam gemacht hatte. Das Gasbildungsvermögen kann bei den gleichen Kulturen mitunter sehr stark ausgesprochen sein, während es zu anderer Zeit bei denselben Kulturen vollkommen fehlt. Sehr wahrscheinlich hat es sich bei den früheren Angaben über Pestifervarietäten, welche auf traubenzuckerhaltigen Nährböden keine Gasbildung hervorriefen, auch um solche Stämme gehandelt. Milchzucker und Rohrzucker wird in den Kulturen nicht oder nur in ganz geringem Grade vergoren. In den Löfflerschen Grünlösungen und den Barsiekowschen Zucker-Nutrosenährböden zeigen die Stämme dasselbe Verhalten wie der Bac. suipestifer, doch wird meist in der Löfflerschen Grünlösung I nur eine etwas geringere Schaumbildung, in der Grünlösung II eine schwächere Aufhellung und Gelbfärbung bewirkt wie durch Pestiferkulturen. Die Barsiekowsche Traubenzucker-Nutroselösung wird mitunter nur gerötet, mitunter aber auch zur Gerinnung gebracht. Die Lackmus-Mannit-Nutroselösung nach Hetsch wird nach unseren Erfahrungen unverändert gelassen. Nach Bernhardt zeigen solche Stämme jedoch auch auf diesem Nährboden ein schwankendes Verhalten, indem sie ihn bald unverändert lassen, zu anderer Zeit aber auch auf ihm Rötung, Gerinnung und Gasbildung bewirken können.

Der Rothbergersche Neutralrotagar wird von den Kulturen zeitweilig unverändert gelassen, häufig aber auch unter Fluoreszenz und Gasbildung aufgehellt und gelb verfärbt. Ebenso ist auf den Buchholzschen Nährböden das Verhalten wechselnd, indem diese bald unverändert bleiben, bald aufgehellt werden. Im allgemeinen waren die von uns beobachteten kulturellen Schwankungen bei den Voldagsen-Kulturen stärker ausgesprochen wie bei den Glässer-Stämmen.

Vorstehende Tabelle (S. 214 u. 215) enthält eine Zusammenstellung des Wachstums des Bac. typhi suis und des Bac. suipestifer Voldagsen auf den gebräuchlichen Differentialnährböden im Vergleich mit den hauptsächlichsten Vertretern der der Typhus- und Paratyphusgruppe zuzurechnenden Bakterien. (Vergl. hierzu auch die beigegebenen Tafeln IV und V.)

Dammann und Stedefeder geben an, daß der Bazillus Voldagsen geringe Indolbildung bewirkt, nach unseren Erfahrungen wird weder von dem Bazillus Voldagsen noch von dem Bac. typhi suis Indol gebildet. Ebenso kommt nach den Untersuchungen von Gildemeister und Baerthlein (22) den Stämmen eine ausgesprochene Giftwirkung auf die gebräuchlichen Laboratoriumstiere nicht zu, auch bilden sie keine löslichen Toxine.

Beide Bakterienarten sind für Kaninchen und Mäuse pathogen; ihre Virulenz ist aber diesen Tieren gegenüber im allgemeinen verhältnismäßig gering. Große subkutane Dosen, sowie intraperitoneale Dosen töten Mäuse nach 2—5 Tagen. Junge Kaninchen werden bei intraperitonealer und intravenöser Injektion schon durch verhältnismäßig kleine Dosen getötet. Bei subkutaner Verimpfung gehen in der Regel nur kleine Tiere und nur nach Infektion mit beträchtlichen Dosen ein; bei großen

Kaninchen kommt es bei subkutaner Infektion meist nur zur Bildung eines käsigen Abszesses an der Impfstelle. Nach Glässer, Dammann und Stedefeder läßt sich in manchen Fällen bei Kaninchen auch eine Infektion per os erzielen. Meerschweinchen verhalten sich anscheinend auch verhältnismäßig großen Kulturdosen gegenüber refraktär.

Die Untersuchungen Bernhardts sprechen ferner dafür, daß den Kulturen unter Umständen auch eine gewisse Pathogenität für den Menschen zukommen kann.

Wie Glässer, sowie Dammann und Stedefeder durch experimentelle Versuche nachgewiesen haben, sind die von ihnen isolierten Bakterien für Schweine pathogen. Diese Feststellung konnten wir bei unseren Untersuchungen bestätigen. Mit beiden Bakterienarten vermochten wir jüngere Tiere subkutan, intravenös und per os zu infizieren. Allerdings sind bei subkutaner Einspritzung zur Erzielung einer tödlichen Erkrankung wie bei dem Bac. suipestifer größere Dosen erforderlich.

Bei Verwendung von $^1/_2$ Kultur sahen wir, ebenso wie Glässer, in einzelnen Fällen bei 8—10 Wochen alten Ferkeln nur lokale Erscheinungen, Abszeßbildung an der Impfstelle auftreten. Sicherer gelingt die Erzeugung einer tödlichen Erkrankung bei Einführung der Bakterien (1—2 oder mehr Ösen) in die Blutbahn. Bei Infektionsversuchen per os sahen wir bei Verfütterung der Bakterien in Dosen von einer Kultur und mehr Erfolg.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
263	6 Wochen altes Ferkel. 2 Ösen Bac. typhi suis Glässer intraven. (In besonderen Stall für Glässer-Versuche eingesetzt).	27. 3. 09	29. 3. krank 2. 4. schwer krank.	4. 4. in extremis entblutet.	Akute hämorrhagische Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut. Trübe Schwellung der Leber. Milz vergrößert. In der Rindenschicht der Nieren zahlreiche punktförmige Blutungen.	Bac. typhi suis Glässer in allen Organen.	—
264	Wie 263.	27. 3.	29. 3. krank 2. 4. schwer krank. Durchfall.	6. 4. in extremis geschlachtet.	Wie 263, nur finden sich im Blinddarm noch zahlreiche diphtherische Herde.	Desgl.	—
265	1 Öse des Bac. typhi suis intravenös. (In denselben Stall wie 263 u. 264). (ca. 8 Wochen altes Tier).	8. 4.	11. 4. krank 16. 4. dicke Lider, krank 18. 4. etwas besser 21. 4. wieder kränker, Durchfall 25. 4. schwer krank, blaue Ohren.	27. 4. in extremis geschlachtet.	Dickdarmschleimhaut nur wenig geschwollen, leicht gerötet. In der Nähe der Hüftblinddarmklappe 7 stecknadelkopfgroße Geschwüre. Milzschwellung.	Desgl.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
266	Mit 1 Agarkultur des Bac. typhi suis in Milch gefüttert. Nochmals mit 1 Agarkultur gefüttert. (Tier etwa 8 Wochen alt).	1. 5. 8. 5.	3. 5. gesund 6. 5. „ 8. 5. „ 10. 5. matt 12. 5. krank 16. 5. schwer krank.	17. 5. verendet.	Ausgedehnte Diphtherie im Blind- u. Grimmdarm. Dünndarmschleimhaut gerötet und geschwollen.	In allen Organen der Bac. typhi suis.	—
267	$^1/_2$ Agarkultur des Bac. typhi suis aus Leber von Ferkel 266 isoliert subkutan (Tier etwa 10 Wochen alt).	19. 5.	21. 5. matt, Injektionsstelle geschwollen. 24. 5. krank, an der Injektionsstelle hat sich ein Abszeß gebildet. 28. 5. besser, Schwellung an der Injektionsstelle etwas kleiner. 5. 6. munter 12. 6. „ 30. 6. „ 5. 7. klinisch gesund.	6. 7. geschlachtet.	Normaler Befund.	Negativ.	—
268	Mit 2 Kulturen des Bac. suipest. Voldagsen in Milch gefüttert. (Nochmals mit 2 Kulturen gefüttert).	1. 2. 11. 20. 2.	15. 2. munter 20. 2. „ 24. 2. „ 28. 2. krank? 6. 3. frißt schlecht, abgemagert 11. 3. besser 14. 3. wieder kränker, Durchfall 16. 3. schwer krank.	16. 3. in extremis entblutet.	Dickdarmschleimhaut gerötet, stark geschwollen. Zahlreiche pfennigstück bis fünfmarkstückgroße, teils vereinzelt liegende, teils zusammenhängende runde und teilweise unregelmäßig gestaltete nekrotische Herde. Spitzenlappen beider Lungen schlaff hepatisiert. Milz stark geschwollen.	In allen Organen Bac. suipestifer Voldagsen.	—

Auch gegen das filtrierbare Virus immune Ferkel vermochten wir intravenös und per os zu infizieren, aber nur in wenigen Fällen, da die meisten der benutzten Schweine, wenn sie auch zu dem Versuch mit filtrierbarem Virus als ganz junge Tiere verwandt worden waren, nach Abschluß des ersten Versuches schon zu alt sind, um noch erfolgreich mit diesen Bakterien infiziert werden zu können. Es verhalten sich nämlich nicht alle Tiere gleichmäßig. Bei über 14—16 Wocken alten Ferkeln gelingt die experimentelle Infektion auch bei Anwendung großer Kulturmengen nicht sicher.

Unter den nachstehenden Protokollen ist als Beispiel auch ein Fall angeführt, in welchem wir bis zu fünf Kulturen auf einmal und dieselben Mengen in mehrmaligen Gaben ohne Erfolg verfütterten.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
269	4 Ösen wie 265 intravenös. (Junger Läufer, der ein. Serumschutzversuch durchgemacht und gegen Schweinepest immun ist). (In dieselbe Bucht wie 265 eingesetzt).	17. 4.	19. 4. krank 23. 4. schwer krank.	28. 4. in extremis geschlachtet.	Hämorrhagische Entzündung der Magen- und Darmschleimhaut. Trübe Schwellung der Leber. Blutungen in den Nieren. Milz vergrößert.	Bac. typhi suis in allen Organen.	—
270	Mit 2 Kulturen des Bac. typhi suis in Milch gefüttert (Tier stammt aus demselben Schweinepestversuch wie 269).	17. 4.	20. 4. gesund 23. 4. krank? 27. 4. krank, dicke Augenlider, Durchfall 4. 5. sehr schwer krank.	8. 5. in extremis entblutet.	Spitzenlappen der rechten Lunge schlaff hepatisiert. Dickdarmschleimhaut geschwollen, im Grimmdarm mit einem ausgedehnten diphtherischen Belag überzogen. Milz vergrößert.	In allen Organen Bac. typhi suis.	—
271	Mit 2 Kulturen des Bac. suipestifer Voldagsen gefüttert. Mit 3 Kult. gefüttert „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ „ 5 „ „ (Tier stammt aus ein. Serumschutzversuch, etwa 14 Wochen alt).	22. 3. 10. 4. 15. 4. 30. 4. 10. 5. 20. 5. 2. 6. 10. 6. 15. 6. 20. 6.	27. 3. gesund 6. 4. „ 10. 4. „ 15. 4. „ 20. 4. krank? 25. 4. gesund 30. 4. „ 10. 6. „ 20. 6. „ 20. 7. „	27. 7. geschlachtet.	Normaler Befund.	negativ.	—

Auf die Tatsache, daß nur junge Schweine bis zum Alter von 3—4 Monaten für die Infektion mit diesen Bakterien empfänglich sind, ist bereits von Dammann und Stedefeder, sowie von Glässer hingewiesen worden. Ferner wird neuerdings auch von Glässer hervorgehoben, daß zur Auslösung der Erkrankung durch diese Bakterien die Aufnahme größerer Bazillenmengen oder eine gewisse Disposition notwendig ist, was auch unseren Erfahrungen entspricht. Dagegen hat sich Pfeiler dahin ausgesprochen, daß der bakteriellen Infektion ein außerordentlich mörderischer Charakter zukomme und fast kein Tier der Infektion widerstehe. Auch will er mit außerordentlich kleinen Infektionsdosen ($^1/_{128}$ Agarkultur) bereits tödliche Erkrankungen

erzielt haben. Ebenso gibt Pfeiler an, daß bei seinen Spontanübertragungsversuchen fast kein einziges Tier der Infektion widerstand[1]).

Die von uns angestellten Versuche über die Übertragbarkeit der Erkrankung von den künstlich infizierten Ferkeln auf gesunde Tiere haben dagegen zu anderen Ergebnissen geführt. Bei den von uns zunächst mit dem Bac. typhi suis Glässer angestellten Untersuchungen haben wir einmal versucht, mit filtriertem und unfiltriertem Material von künstlich mit dem Bazillus Glässer infizierten Tieren andere Ferkel subkutan zu infizieren. Vier Ferkel, von denen je zwei auf diese Weise mit filtriertem und unfiltriertem Material in Mengen bis zu 20 ccm behandelt waren, zeigten während einer Beobachtungszeit von vier Wochen keine Krankheitserscheinungen. Bei der Schlachtung fand sich bei den mit filtriertem Material behandelten Tieren nichts Krankhaftes, bei dem einen mit unfiltriertem Material gespritzten Ferkel außer einer unbedeutenden Rötung der Dickdarmschleimhaut ebenfalls nichts Auffallendes. Die bakteriologische Untersuchung hatte ein negatives Ergebnis.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
272	10 ccm Serumfiltrat von 264 subkutan.	7. 4.	10. 4. gesund 20. 4. „ 1. 5. „ 5. 5. „	6. 5. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ	—
273	20 ccm Serumfiltrat wie 272.	7. 4.	desgl.	desgl.	desgl.	desgl.	—
274	10 ccm defibriniertes Blut von 264 subkutan.	7. 4.	desgl.	desgl.	Dickdarmschleimhaut stellenweise leicht gerötet, sonst normaler Befund.	desgl.	—
275	20 ccm defibriniertes Blut wie 274 an 2 Stellen injiziert.	7. 4.	desgl.	desgl.	normaler Befund.	desgl.	—

Bei einem anderen Versuche mit dem Bazillus Glässer hatten wir drei unbehandelte Tiere mehrere Wochen in derselben Bucht gehalten, in welcher auch mit dem Bac. typhi suis experimentell infizierte Ferkel eingesetzt waren. Von diesen Tieren machte eins nach einigen Tagen einen etwas kranken Eindruck. Es wurde, als eine Veränderung seines Zustandes nicht eintrat, nach 18 Tagen getötet. Außer einer geringfügigen Rötung der Darmschleimhaut fand sich nichts Auffallendes. Das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung war negativ. Die übrigen zugesetzten Tiere erkrankten nicht und zeigten auch bei der späteren Schlachtung völlig normalen Befund. Ebenso negativ verlief ein später mit dem Bac. suipestifer Voldagsen angestellter Spontanübertragungsversuch.

[1]) Vergleiche hierzu im Nachtrag Seite 238 die Ergebnisse der in der letzten Arbeit Pfeilers angeführten Versuche.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
276	Ein unbehandeltes Ferkel wird am gleichen Tage mit 263 u. 264 in dieselbe Bucht eingesetzt.	27. 3. 09	30. 3. gesund 15. 4. „ 30. 4. „ 15. 5. „ 24. 5. „	24. 5. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ.	—
277	Ein unbehandeltes Ferkel wird in dieselbe Bucht wie 276 mit Ferkel 265 zusammen eingesetzt.	8. 4. 09	12. 4. matt 14. 4. krank? 18. 4. etwas besser 20. 4. unverändert 26. 4. „	26. 4. geschlachtet.	Außer einer unbedeutenden Rötung der Dickdarmschleimhaut im Bereiche des Grimmdarmes läßt sich nichts Krankhaftes feststellen.	negativ.	—
278	Unbehandeltes Ferkel in dieselbe Bucht mit Ferkel 265 eingesetzt.	8. 4. 09	12. 4. gesund 20. 4. „ 15. 5. „ 24. 5. „	24. 5. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ.	—
279	Mit 1 Agarkultur des Bac. suipestifer Voldagsen in Milch gefüttert (etwa 6 Wochen alt; besonderer Stall).	8. 3. 12	10. 3. matt, frißt nicht 14. 3. krank, Durchfall 17. 3. schwer krank.	17. 3. in extremis geschlachtet.	Dickdarmschleimhaut stark gerötet und geschwollen, auf der Höhe der Falten oberflächliche Nekrosen u. kleine Blutungen. Milz stark vergrößert.	Bac. suipestifer Voldagsen in allen Organen.	—
280	Wie 279 in denselben Stall eingesetzt (6 Wochen alt).	18. 3.	21. 3. krank 24. 3. schwer krank.	26. 3. verendet.	Die ganze Dickdarmschleimhaut mit einem grangrünen, ziemlich festsitzenden Belag bedeckt, unter dem die Schleimhaut ausgedehnte Substanzverluste zeigt.	Desgl.	—
281	Immunschwein aus Serumschutzversuch mit 2 Kulturen gefüttert wie 279 (in denselben Stall eingesetzt; etwa 14 Wochen alt).	18. 3.	20. 3. munter 25. 3. „ 30. 3. „ 15. 4. „ 30. 4. „ 15. 5. „	3. 6. geschlachtet.	Keine krankhaften Veränderungen.	negativ.	—
282	Immunschwein aus demselben Serumversuch wie 281, mit 2 Kulturen gefüttert wie 281 Mit 5 Kulturen gefüttert.	18. 3. 25. 3.	20. 3. munter 25. 3. „ 28. 3. krank? 30. 3. krank 15. 4. schwer krank.	17. 4. verendet.	Dickdarmschleimhaut in der ganzen Ausdehnung entzündlich geschwollen und mit zahlreichen Geschwüren bedeckt. Die Magenschleimhaut und die Dünndarmschleimhaut ebenfalls gerötet u. geschwollen, aber in geringerem Grade.	In allen Organen Bac. suipestifer Voldagsen.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
283	Immunschwein aus demselben Serumschutzversuch wie 281, wird mit 279 in dieselbe Bucht eingesetzt.	8. 3.	10. 3. munter 30. 3. „ 15. 4. „ 10. 5. „ 29. 5. „	3. 6. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ.	—
284	Wie 283.	8. 3.	Desgl.	3. 6. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ.	—
285	Unbehandeltes Ferkel wird mit 281 in denselben Stall eingesetzt.	18. 3.	30. 3. munter 15. 4. „ 10. 5. „ 29. 5. „	3. 6. geschlachtet.	normaler Befund.	negativ.	—

Ferner haben wir zur Feststellung, ob eine Übertragung der bakteriellen Infektion auf Ferkel, welche bereits mit dem filtrierten Virus infiziert und dadurch geschwächt sind, leichter gelingt wie auf gesunde Tiere, in einem weiteren Versuch 3 mit Virus, 4 mit dem Bazillus Voldagsen infizierte Ferkel, sowie ein Virustier, das zugleich mit Voldagsen-Bazillen gefüttert wurde, 6 unbehandelte Schweine und 5 gesunde mit Serum gegen das filtrierbare Virus geschützte Ferkel in eine Seuchenbucht eingesetzt. Die Tiere waren durchschnittlich 8 Wochen alt (s. Tabellen S. 223—227).

Von diesen 19 Tieren sind die 5 Serumtiere gesund geblieben. Ein unbehandeltes Tier wurde Kümmerer. Die 13 anderen Tiere sind ca. 3—4 Wochen nach dem Einsetzen in den Seuchenstall verendet. Durch die bakteriologische Untersuchung wurde in den Kadavern festgestellt:

1. bei den 5 experimentell mit Bazillus Voldagsen infizierten Ferkeln — der Bazillus Voldagsen;

2. bei einem Virustier — der Bazillus Voldagsen;

3. bei den 2 anderen Virustieren — der Bazillus Voldagsen und der Bac. suipestifer;

4. bei 2 unbehandelten Tieren — der Bazillus Voldagsen und der Bac. suipestifer;

5. bei den 3 anderen unbehandelten Tieren nur der Bac. suipestifer.

Die unbehandelten nnd die mit Voldagsen gefütterten Tiere hatten sich auch mit Virus infiziert, wie durch Verimpfung mit Filtraten nachgewiesen wurde. Es konnte sonach auch bei diesem Spontanübertragungsversuch von 14 der Voldagsenspontaninfektion ausgesetzten Tieren nur bei 5 eine bakterielle Infektion mit den in Frage kommenden Bakterien nachgewiesen werden. Besonders bemerkenswert ist dabei, daß von den 5 gegen das Virus geschützten Tieren kein einziges erkrankte, und daß bei den 5 unbehandelten, an Schweinepest eingegangenen Tieren sich nur bei 2 diese Bazillen nachweisen ließen.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
286	10 ccm Virusserumfiltrat intramuskulär (in besonderen Stall eingesetzt).	29. 3.	15. 4. krank 19. 4. schwer krank.	19. 4. verendet.	Dünndarmschleimhaut fast in der ganzen Ausdehnung mit einem graugrünen Belag überzogen. Die ganze Dickdarmschleimhaut mit Geschwüren übersät.	In allen Organen Bac. suipestifer Voldagsen	—
287	Wie 286, außerdem gefüttert mit 2 Kulturen des Bac. Voldagsen Mit 10 Kult. am „ 20 „ „ „ 30 „ „	29. 3. 13. 4. 17. 4. 20. 4. 26. 4.	11. 4. krank? 15. 4. besser 20. 4. munter 30. 4. matt, frißt schlecht 18. 5. eingefallen, sonst munter 22. 5. schlechter, stark abgemagert 25. 5. schwer krank.	27. 5. verendet.	Schwere ausgedehnte Diphtherie der Dickdarmschleimhaut, die sich auch auf einzelne Teile der Dünndarmschleimhaut erstreckt. Hämorrhagische Magenentzündg. Trübe Schwellung der Leber. Milz vergrößert.	Desgl.	—
288	Mit 2 Kulturen des Bac. suipestifer Voldagsen gefüttert. (Zu 286 u. 287 zugesetzt).	1. 4.	11. 4. krank 16. 4. schwer krank.	17. 4. verendet.	Dickdarmschleimhaut stellenweise stark gerötet, an anderen Stellen in größerer Ausdehnung mit ein. auf der Unterlage festhaftenden graugrünen Belag überzogen. In der Gegend der Hüftblinddarmklappe finden sich mehrere einzelne Geschwüre.	Desgl.	—
289	Wie 288.	1. 4.	11. 4. krank 15. 4. schwer krank 17. 4. „ „	19. 4. verendet.	Dickdarmschleimhaut in dem oberen Teil fast gleichmäßig mit graugrünem Belag überzogen, im unteren Teil zahlreiche, einzeln stehende, linsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre. Die Schleimhaut im unteren Abschnitt stark gerötet und geschwollen.	Desgl.	—
290	20 cm Immunserum gegen das filtrierbare Virus. (Zu den Tieren 286 u. folg. zugesetzt).	1. 4.	15. 4. gesund 30. 4. gesund 20. 5. „ 10. 6. „ 15. 7. „ und gut entwickelt.	—	—	—	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
291	Wie 290.	1. 4.	15. 4. gesnnd 30. 4. „ 10. 6. „ 15. 7. gesund u. gut entwickelt.	—	—	—	—
292	Unbehandeltes Ferkel.	1. 4.	11. 4. krank? 16. 4. krank, Pocken, dicke Augenlider 20. 4. deutlich krank, abgemagert 23. 4. etw. besser 2. 5. wieder schlechter 10. 5. schwer krank.	13. 5. verendet.	Im oberen Drittel des Dickdarms 12 alte in Abheilung begriffene Geschwüre. Beide Spitzenlappen schlaff hepatisiert.	In allen Organen Bac. suipestifer. Bac. suipestifer Voldagsen nicht nachzuweisen.	—
293	Wie 292.	1. 4.	11. 4. krank? 15. 4. dicke Augenlider, Pocken 20. 4. deutlich krank, Durchfall 2. 5. besser, aber stark abgemagert 15. 5. Kümmerer.	29. 6. verendet.	chronische Pest.	Milz, Leber und Darm Bac. suipestifer. Bac. suipestifer Voldagsen nicht nachzuweisen.	—
294	20 ccm Virusserumfiltrat intramuskulär.	15. 4.	17. 4. munter 22. 4. krank 28. 4. schw. krank.	30. 4. verendet.	Dickdarmschleimhaut mit zahlreichen Geschwüren dicht übersät. Hämorrhagische Magenentzündung. Starke Milzvergrößerung.	In allen Organen und im Darm sowohl Bac. suipestifer wie auch der Bac. suipestifer Voldagsen nachzuweisen.	—
295	Wie 294.	15. 4.	17. 4. munter 22. 4. krank 26. 4. schw. krank.	7. 5. verendet.	Dünndarmschleimhaut leicht gerötet, im unteren Teile geringe Diphtherie. Dickdarmschleimhaut geschwollen und gerötet, weist zahlreiche bis pfennigstückgroße Geschwüre auf.	Wie bei 294 in allen Organen und im Darm sowohl Bac. suipestifer wie auch Bac. suipestifer Voldagsen nachzuweisen.	—
296	Unbehandeltes Ferkel.	15. 4.	Desgl.	29. 4. verendet.	Sehr schwere Diphtherie der Dickdarmschleimhaut.	In allen Organen und im Darm sowohl Bac. suipestifer wie auch Bac. suipestif. Voldagsen nachzuweis. Im Darm fast ausschl. Bac. suipestif. Voldagsen.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
297	Wie 296.	25. 4.	29. 4. munter 1. 5. krank 6. 5. schwer krank.	6. 5. verendet.	Hämorrhagische Entzündung der Magenschleimhaut. Dickdarmschleimhaut gerötet, geschwollen, in ihrer ganzen Ausdehnung linsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre, am zahlreichsten in der Gegend der Hüftblinddarmklappe.	Wie bei 296	—
298	Mit 2 Knlturen des Bac. suipestifer Voldagsen gefüttert.	20. 4.	25. 4. krank 27. 4. schwer krank.	29. 4. verendet.	Die ganze Dickdarmschleimhaut und das untere Ende des Dünndarms mit einem krümeligen Schorf bedeckt. Milz vergrößert.	In allen Organen der Bac. suipestifer Voldagsen.	—
299	20 ccm Schweinepestimmnnserum intramnskulär.	25. 4.	30. 4. munter 15. 5. „ 30. 5. „ 15. 6. „ 15. 7. gesund.	—	—	—	—
300	Wie 299.	25. 4.	30. 4. mnnter 15. 5. „ 30. 5. „ 15. 6. „ 17. 7. gesund.	—	—	—	—
301	Unbehandeltes Ferkel.	27. 4.	2. 5. krank, verklebte Angen.	6. 5. verendet.	Hämorrhagische Entzündnng der Magenschleimhaut. Dickdarmschleimhaut geschwollen, gerötet, in der Gegend der Hüftblinddarmklappe zahlreiche linsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre. Beiderseitige Pneumonie.	In allen Organen Bac. suipestifer. Bac. snipestifer Voldagsen nicht nachzuweisen.	—
302	Wie 301.	27. 4.	29. 4. Durchfall, krank? 2. 5. krank 8. 5. schwer krank.	12. 5. verendet.	Dickdarmschleimhant gerötet und geschwollen, vereinzelte Geschwüre.	In allen Organen Bac. suipestifer. Bac. suipestifer Voldagsen nicht nachzuweisen.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
303	20 ccm Schweinepestimmunserum intramuskulär.	27. 4.	30. 4. gesund 15. 5. „ 30 5. „ 15. 6. „ 15. 7. „	—	—	—	—
304	Mit 5 Kulturen des Bac. suipestifer Voldagsen gefüttert. Nochmals mit 5 Kulturen gefüttert.	30. 4. 4. 5.	4. 5. gesund? 7. 5. krank, verklebte Augen, Durchfall, Pocken 10. 5. schwer krank.	14. 5. verendet.	Dickdarmschleimhaut fast in der ganzen Ausdehnung mit einem graugrünlichen Belag überzogen. Im unteren Teil des Dünndarms leichte diphtherische Veränderungen.	In allen Organen Bac. suipester Voldagsen.	—
305	15 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 288 intramuskulär (besonderer Käfig).	23. 4.	29. 4. matt 30. 4. dicke Augenlider 2. 5. schwer krank.	4. 5. verendet.	Typischer Befund (Pest).	In allen Organen Bac. suipestifer.	—
306	15 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 289 intramuskulär (besonderer Käfig).	23. 4.	29. 4. munter 2. 5. krank 7. 5. schwer krank.	11. 5. verendet.	Desgl.	negativ.	—
307	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 296 intramuskulär (besonderer Käfig).	30. 4.	7. 5. krank 17. 5. schwer krank.	18. 5.	Desgl.	negativ.	—
308	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 297 (besonderer Käfig).	8. 5	12. 5. munter 14. 5. krank 23. 5. schwer krank.	28. 5. verendet.	Desgl.	negativ.	—
309	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 301.	8. 5.	11. 5. matt 12. 5. krank.	15. 5. verendet.	Akute Form d. Pest.	negativ.	—
310	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 292 intramuskulär.	18. 5.	24. 5. krank 27. 5. schwer krank.	27. 5. in extremis geschlachtet.	Desgl.	negativ.	—
311	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 302 (besonderer Käfig).	18. 5.	24. 5. krank 26. 5. schwer krank.	27. 5. verendet.	Desgl.	negativ.	—
312	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 298 (besonderer Käfig).	18. 5.	22. 5. munter 25. 5. krank 28. 5. schwer krank.	30. 5. in extremis geschlachtet.	Typischer Befund (Pest).	negativ.	—

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
313	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 304 (besonderer Käfig).	18. 5.	22. 5. munter 25. 5. krank 28. 5. „	3. 6. verendet.	Typischer Befund (Pest).	In allen Organen Bac. suipestifer.	—
314	20 ccm Organbreifiltrat von Ferkel 293 (besonderer Käfig).	1. 7.	7. 7. munter? 15. 7. krank 21. 7. schwer krank.	24. 7. in extremis entblutet.	Desgl.	negativ.	—

Von neun Tieren, welche von Dammann und Stedefeder zu Spontanübertragungsversuchen mit dem Bazillus Voldagsen benutzt worden waren, verendeten nur vier an einer durch die bakteriologische Untersuchung festgestellten Voldagseninfektion, die fünf anderen wurden, nachdem sie zum Teil über zwei und drei Monate der Spontaninfektion ausgesetzt waren, geschlachtet und nur bei einem dieser Tiere konnte der Nachweis der bakteriellen Infektion durch die bakteriologische Untersuchung erbracht werden.

Aus den angeführten Ergebnissen der Spontanübertragungsversuche kann wohl nur der Schluß gezogen werden, daß diesen Bakterien die für die Schweinepest so charakteristische hohe Infektiosität unter natürlichen Verhältnissen nicht in der Weise zukommt, daß sie als Erreger einer besonderen Form einer Seuche, wie sie die Schweinepest darstellt, angesprochen werden können. Vielmehr ist unseres Erachtens auch die durch diese Bakterienart bedingte Infektion den durch den Bac. suipestifer oder den Bac. enteritidis Gärtner hervorgerufenen bakteriellen Krankheiten gleichzustellen, wie diese nur wenig kontagiös, und die spontane Übertragung der Krankheit auf durch besondere Umstände in ihrer Widerstandskraft geschwächte und auf ganz junge Tiere beschränkt. Die von Pfeiler bei seinen Spontanübertragungsversuchen erhaltenen Ergebnisse dürften sich deshalb wohl nur dadurch erklären, daß von diesem Autor solch junge Tiere benutzt worden sind. Auf diese Erklärung ist auch schon früher an einer anderen Stelle (23) hingewiesen worden. Leider hat Pfeiler darauf nähere Mitteilungen über das Alter der von ihm verwendeten Tiere bisher nicht gemacht, sondern sich mit der allgemeinen und unbestimmten Angabe begnügt, daß er zu seinen Versuchen Tiere „gleich jugendlichen Alters“ benutzt habe[1]). Dagegen hat er dabei die eigenartige Behauptung aufgestellt, daß durch den erwähnten Erklärungsversuch von uns zugegeben sei, für den entscheidenden Versuch Tiere in ungeeignetem Alter verwendet zu haben. Diese von Pfeiler willkürlich und künstlich konstruierte Folgerung müssen wir entschieden zurückweisen. Bei dem in Frage stehenden Versuch (vergl. Nr. 286 u. ff.) handelte es sich, wie dies bereits in der angeführten früheren Mitteilung (23) hervorgehoben war, um Ferkel von etwa 8 Wochen. Wenn der Bac. Voldagsen als Erreger einer der Schweinepest gleichzustellenden Seuche, wie das Pfeiler behauptet, in Betracht kommt, so hätten mit den von uns benutzten Kulturen Spontanübertragungsversuche bei Ferkeln solchen Alters gelingen müssen, da bei Seuchen-

[1]) Ist inzwischen geschehen (vergl. Anhang).

ausbrüchen in der Praxis die Schweinepest bei ihrem Auftreten einen derartigen feinen Unterschied zwischen geeigneten und ungeeigneten Tieren bezüglich des Alters der Ferkel nicht macht. Wenn es Pfeiler nur gelungen ist, unter ganz jungen, kurz vom Saugen abgesetzten Ferkeln mit dem Bac. Voldagsen bakterielle Spontanübertragungen zu erzielen, so können solche Versuche, selbst wenn dabei zahlreiche Tiere zum Verenden gebracht worden sind, für die vorliegende Frage nicht viel beweisen, ebensowenig wie sie dazu berechtigen, den Bac. Voldagsen als für Schweine besonders pathogenes Bakterium in einen Gegensatz zu dem Bac. suipestifer zu stellen, wie dies von Pfeiler ebenfalls geschehen ist. Daß man auch mit virulenten Kulturen des Bac. suipestifer bei Ferkeln entsprechende Ergebnisse erzielen kann, ist aus früheren Versuchen bekannt und von Glässer erneut wieder experimentell erwiesen. Die bisher vorliegenden Mitteilungen Pfeilers zeigen deshalb nur, daß wie dem Bac. typhi suis Glässer auch dem Bac. suipestifer Voldagsen ebenso wie dem Bac. suipestifer und anderen der Paratyphusgruppe zugehörigen oder ihr nahestehenden Bakterienarten, darunter auch z. B. dem Bazillus Gärtner eine gewisse Pathogenität für Schweine, insbesondere jungen Ferkeln gegenüber, zukommt. Trotzdem wird man aber diese Bakterien weder als Erreger besonderer Formen der Schweinepest ansehen dürfen, noch ihnen die von Pfeiler hervorgehobene besondere Bedeutung als Seuchenerreger überhaupt zuerkennen können. In der Praxis spielen diese bakteriellen Infektionen nach allen sonstigen Erfahrungen nur eine geringe Rolle, wie ja ihnen auch abgesehen von den Versuchen Pfeilers nach den Ergebnissen aller anderen Untersucher (Glässer, Dammann, Mießner) und nach unseren eigenen Befunden unter natürlichen Verhältnissen nur eine geringe Kontagiosität zukommt. Es ist bei dieser Frage ferner zu berücksichtigen, daß zwischen den beiden in Frage stehenden Bakterienarten und dem Bac. suipestifer nicht nur bezüglich des kulturellen Verhaltens, wie das bereits erwähnt wurde, sondern auch sonst bemerkenswerte enge Beziehungen bestehen, die unter Umständen eine Abtrennung dieser Bakterienarten von dem Bac. suipestifer vollständig unmöglich machen. Sowohl von Glässer wie von Dammann und Stedefeder war angegeben worden, daß die von ihnen isolierten Bakterien sich nicht nur durch ihre kulturellen Eigenschaften, sondern auch durch ihr agglutinatorisches Verhalten von dem Bac. suipestifer abtrennen lassen. Wir konnten diese Angabe zunächst ebenfalls bestätigen. Bei der weiteren Beobachtung der betreffenden Kulturen konnten wir uns aber überzeugen, daß namentlich die Voldagsen-Stämme sich nicht nur in ihrem kulturellem, sondern auch in ihrem serologischen Verhalten labil erwiesen. Das ungleichmäßige Wachstum der Kulturen auf den verschiedenen Nährböden, welches bald typhus-, bald paratyphusähnlich sein kann, ist bereits oben beschrieben. Hand in Hand mit diesem kulturellen Wechsel beobachteten wir nun zugleich Änderungen in dem agglutinatorischen Verhalten, indem besonders die Voldagsen-Stämme in immer steigendem Maße schließlich bis zur Titergrenze auch von Pestifer und Paratyphusseris agglutiniert wurden. Die Glässer-Stämme zeigten hier ebenso wie bezüglich ihres kulturellen Verhaltens nur geringere Schwankungen. Allerdings sind uns bisher nur zwei solcher Stämme zur Verfügung gestanden. Später haben wir auch Voldagsen-Stämme gewonnen, welche unmittelbar nach ihrer Isolierung aus dem Tierkörper von Paratyphus B- und Pestifer Seris beeinflußt wurden (s. Tabelle S. 230 u. 231).

Die mit den betreffenden Bakterien gewonnenen agglutinierenden Sera beeinflußten dann auch Pestiferstämme zum Teil bis zur Titergrenze, Paratyphuskulturen dagegen nicht oder wenigstens nicht in nennenswerter Weise. Die Glässer- und Voldagsen-Sera zeigten in dieser Hinsicht ein übereinstimmendes Verhalten, so daß sich mit ihrer Hilfe Pestifer- und Paratyphusstämme in gewisser Weise voneinander differenzieren ließen (s. die nachstehende und die Tabelle S. 232).

Agglutination verschiedener Pestifer- und Paratyphus-B-Stämme durch ein Voldagsen-Kaninchen-Serum 1 : 10000.

	Stämme	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 3000	1 : 5000	1 : 10000
Pestifer-Stämme	1. Pestifer Dr.	++	++	++	++	++	++
	2. „ Wurst . .	++	++	++	++	++	++
	3. „ Salami . .	++	++	++	++	++	+
	4. „ 459 Leber .	++	++	++	++	++	+
	5. „ 442 . . .	++	++	++	++	++	+
	6. „ 468 Milz .	++	++	++	++	++	++
	7. „ 459 Lunge .	++	++	++	++	++	++
	8. „ Harn .	++	++	++	++	++	+
	9. „ K	++	++	++	++	++	++
	10. „ 270 . . .	++	++	++	++	++	++
	11. „ 242 . . .	++	++	++	++	++	++
	12. „ 204 . . .	++	++	++	++	++	++
	13. „ 469 Leber .	++	++	++	++	++	+
	14. „ 459 . . .	++	++	++	++	++	++
	15. „ 468 Darm .	++	++	++	++	++	+
	16. „ 654 „ .	++	++	++	++	++	+
	17. „ 200 „ .	++	++	++	++	++	+
	18. „ 217 Darm .	++	++	++	++	++	++
	19. Suipester	++	++	++	++	++	++
	20. Pestifer 590	++	++	++	++	++	++
	21. Voldagsen	++	++	++	++	++	++
	22. Glaesser	++	++	++	++	++	++
Paratyphus-B-Stämme	1. Paratypus-B Wagner .	+	—	—	—	—	—
	2. „ Storch . .	++	++	—	—	—	—
	3. „ Runge . .	++	++	—	—	—	—
	4. „ Hellwig .	++	++	—	—	—	—
	5. „ Reich . .	++	++	—	—	—	—
	6. „ Walk . .	++	++	—	—	—	—
	7. „ Straßburg .	++	++	+	—	—	—
	8. „ Engl . .	++	++	++	—	—	—
	9. „ Brück . .	++	++	+	—	—	—
	10. „ Maaß . .	++	++	++	—	—	—
	11. „ Aertryck .	++	++	+	—	—	—
	12. „ Sticker . .	++	++	++	++	—	—
	13. „ Scheib . .	++	++	++	++	—	—
	14. Paratyphus Neunkirchen	++	++	++	+	—	—
	15. „ Hüb . . .	++	++	++	++	—	—
	16. „ Breslau . .	++	++	++	+	—	—
	17. „ Schottmüller	++	++	++	+	—	—
	18. „ Tietz . . .	++	++	++	+	—	—
	19. Paratyphus-B	++	++	++	++	—	—
	20. „ 2 . . .	++	++	++	++	++	++

Verhalten des Bac. suipestifer Voldagsen und des Bac. typhi suis Glaesser

I. Frü-

Stamm	Agglutination durch Pestifer-Esel-Serum Titer 1:5000		Agglutination durch Pestifer-Kaninchen-Serum Titer 1:5000		Agglutination durch Paratyphus-B-Kaninchen-Serum Titer 1:8000		Agglutination durch Gärtner-Kaninchen-Serum Titer 1:10000	
	1:100	1:200	1:100	1:200	1:100	1:200	1:100	1:200
Bac. suipestifer Voldagsen I	±	—	—	—	—	—	—	—
Bac. suipestifer Voldagsen II	—	—	—	—	—	—	—	—

II. Spätere

Stamm	Agglutination durch Pestifer Esel-Serum Titer 1:5000					Agglutination durch Pestifer-Kaninchen-Serum Titer 1:5000				
	1:100	1:500	1:1000	1:3000	1:5000	1:100	1:500	1:1000	1:3000	1:5000
Bac. suipestifer Voldagsen I	++	++	++	++	+	++	++	++	++	++
Bac. suipestifer Voldagsen II	++	++	++	++	±	++	++	++	++	++
Bac. typhi suis Glaesser I .	++	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Bac. typhi suis Glaesser II .	±	—	—	—	—	±	—	—	—	—

Agglutination verschiedener frisch aus dem Tierkörper

Stamm	Agglutination durch Pestifer-Esel-Serum Titer 1:500					Agglutination durch Pestifer-Kaninchen-Serum Titer 1:5000					Agglutination durch Paratyphus-B-Kaninchen-Serum Titer 1:5000				
	1:100	1:500	1:1000	1:3000	1:5000	1:100	1:500	1:1000	1:3000	1:5000	1:100	1:500	1:1000	1:3000	1:8000
Bac. suipestifer Voldagsen IV .	++	++	++	++	+	++	++	++	+	±	++	++	++	±	—
Bac. suipestifer Voldagsen V .	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++	—
Bac. suipestifer Voldagsen VI .	++	++	++	+	—	++	++	++	+	±	++	++	++	+	—
Bac. suipestifer Voldagsen VII	++	++	++	++	++	++	++	++	+	±	++	++	++	±	—
Bac. suipestifer Voldagsen VIII	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++	++	±	—
Bac. suipestifer Voldagsen IX .	++	++	++	+	±	++	++	++	+	—	++	++	++	±	—
Bac. suipestifer Voldagsen X .	++	++	++	++	+	++	++	++	+	±	++	++	++	±	—

gegenüber Paratyph. B- u. Pestifer-Seris bei Prüfung zu verschiedenen Zeiten.
fung.

Stamm	Agglutination durch Pestifer-Esel-Serum Titer 1 : 5000		Agglutination durch Pestifer-Kaninchen-Serum Titer 1 : 5000		Agglutination durch Paratyphus-B-Kaninchen-Serum Titer 1 : 8000		Agglutination durch Gärtner-Kaninchen-Serum Titer 1 : 10000	
	1 : 100	1 : 200	1 : 100	1 : 200	1 : 100	1 : 200	1 : 100	1 : 200
Bac. typhi suis Glaesser I .	—	—	—	—	—	—	—	—
Bac. typhi suis Glaesser II .	—	—	—	—	—	—	—	—

Prüfung.

Agglutination durch Paratyphus-B-Kaninchen-Serum Titer 1 : 8000					Agglutination durch Gärtner-Kaninchen-Serum Titer 1 : 10000				
1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 5000	1 : 8000	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 5000	1 : 10000
++	++	++	+	—	±	—	—	—	—
++	++	++	++	±	—	—	—	—	—
+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
±	—	—	—	—	—	—	—	—	—

isolierter Kulturen des Bacillus suipestifer Voldagsen.

Agglutination durch Gärtner-Kaninchen-Serum Titer 1 : 10000					Agglutination durch Bac. suipestifer Voldagsen-Serum Titer 1 : 10000					Agglutination durch Bac. typhi suis Glässer-Kaninchen-Serum Titer 1 : 4000			
1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 5000	1 : 10000	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 5000	1 : 10000	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 4000
±	—	—	—	—	++	++	++	++	+	++	++	++	+
++	—	—	—	—	++	++	++	++	++	++	++	++	+
—	—	—	—	—	++	++	++	++	+	++	++	++	+
—	—	—	—	—	++	++	++	++	++	++	++	++	+
±	—	—	—	—	++	++	++	++	++	++	++	++	+
—	—	—	—	—	++	++	++	++	+	++	++	++	+
—	—	—	—	—	++	++	++	+	+	++	++	++	+

Agglutination verschiedener Pestifer- und Paratyphus-B-Stämme durch ein Bac. typhi suis Glaesser-Kaninchen-Serum 1 : 5000.

	Stämme	1 : 100	1 : 500	1 : 1000	1 : 3000	1 : 5000
Pestifer-Stämme	1. Pestifer-Wurst	++	++	++	++	++
	2. „ Salami	++	++	++	++	++
	3. „ 459 Leber	++	++	++	++	++
	4. „ 442 Darm	++	++	++	++	+
	5. „ 468 Milz	++	++	++	++	++
	6. „ Lunge	++	++	++	++	+
	7. „ Harn	++	++	++	++	+
	8. „ P. K.	++	++	++	++	+
	9. „ 270	++	++	++	++	+
	10. „ P. 242	++	++	++	++	++
	11. „ P. 204	++	++	++	++	+
	12. „ 468 Dr.	++	++	++	++	++
	13. „ 469 Ltr.	++	++	++	++	+
	14. „ 200	++	—	—	—	—
	15. „ 654	++	+	—	—	—
	16. „ 417	++	++	—	—	—
	17. „ 590	++	++	+	—	—
	18. „ Dr.	++	++	++	+	—
	19. Suipestifer	++	++	++	+	—
	20. Glaesser	++	++	++	++	++
	21. Voldagsen	++	++	++	++	++
Paratyphus-B-Stämme	1. Paratyphus-B Storch	++	—	—	—	—
	2. „ Runge	++	—	—	—	—
	3. „ Reich	++	—	—	—	—
	4. „ Straßburg	++	—	—	—	—
	5. „ Engel	++	—	—	—	—
	6. „ Wager	++	—	—	—	—
	7. „ Brück	++	—	—	—	—
	8. „ Maaß	++	—	—	—	—
	9. „ Walk	++	—	—	—	—
	10. „ Wagner	++	—	—	—	—
	11. „ Schottmüller	++	—	—	—	—
	12. „ Tietz	+	—	—	—	—
	13. „	++	—	—	—	—
	14. „ Hellwig	++	++	—	—	—
	15. „ Sticker	++	++	—	—	—
	16. „ Scheib	++	+	—	—	—
	17. „ Neunkirchen	++	+	—	—	—
	18. „ Hüb.	++	++	—	—	—
	19. „ Breslau	++	++	—	—	—
	20. „ Aertryk	++	+	—	—	—
	21. „ 2	++	++	++	++	++

Teodorascu (25) konnte bei der von ihm vorgenommenen Prüfung solcher Kulturen das gleiche Verhalten feststellen und auch von Bernhardt wurde dieselbe Beobachtung gemacht. Bei Komplementbindungsversuchen wurden Pestifer-Voldagsen- und Glässer-Kulturen durch die drei entsprechenden verschiedenen Sera ebenfalls annähernd gleichmäßig beeinflußt. Es bestehen also zwischen diesen Bakterien und dem Bac. suipestifer auch in serologischer Hinsicht außerordentlich enge Beziehungen. Dafür sprechen ferner Beobachtungen, die wir bei der weiteren Untersuchung der zuvor erwähnten aus den Organen schweinepestkranker Schweine isolierten, kulturell dem Bac. suipestifer gleichen, aber für Pestifer- und Gärtner-Sera zunächst inagglutinabeln Kulturen erheben konnten. Die Stämme stellten unter sich in ihrem serologischen Verhalten insofern eine Einheit war, als sie durch die mit ihnen hergestellten Sera alle beeinflußt wurden. Auffallend war es aber nun, daß sie ferner sämtlich auch durch Sera, die mit Kulturen des Bazillus Glässer und des Bac. suipestifer Voldagsen hergestellt waren, agglutiniert wurden, und daß die mit ihnen hergestellten Sera wieder Pestiferstämme, nicht aber Paratyphus B-Kulturen beeinflußten.

I. Prüfung (Mai-Juni 1911).

Stämme	Agglutination Pestifer-Esel-Serum Titer 5000	Agglutination Paratyphus B- (Hellwig) Kaninchen-Serum Titer 5000	Agglutination Gärtner-Kaninchen-Serum Titer 10 000
	1 : 100	1 : 100	1 : 100
Dorset-Stamm I	—	—	—
„ „ II	—	—	—
„ „ III	—	—	—
„ „ IV	—	—	—
„ „ V	—	—	—
„ „ VI	—	—	—
„ „ VII	—	—	—
„ „ VIII	—	—	—
„ „ IX	—	—	—
„ „ X	—	—	—

Stamm	Agglutination Dorset-Kaninchen-Serum Titer 4000					
	100	500	1000	2000	3000	4000
Dorset I	++	++	++	++	++	++
„ II	++	++	++	++	+	+
„ III	++	++	++	++	+	+
„ IV	++	++	++	+	±	—
„ V	++	++	++	+	±	—
„ VI	++	++	++	++	++	++
„ VII	++	++	++	+	±	—
„ VIII	++	++	++	++	+	+
„ IX	++	++	++	++	++	++
„ X	++	++	++	++	++	+

Stamm	Agglutination Dorset-Kaninchen-Serum Titer 4000					
	100	500	1000	2000	3000	4000
Bac. suipestifer Voldagsen I	++	++	++	++	++	+
„ typhi suis Glässer	++	++	+	±	—	—
Paratyph B. Runge	—	—	—	—	—	—
„ B. Hellwig	—	—	—	—	—	—
„ B. Lange	—	—	—	—	—	—
„ B. Storch	—	—	—	—	—	—
„ B. Kozuschek	±	—	—	—	—	—
Mäusetyphus	—	—	—	—	—	—
„ P.	±	—	—	—	—	—
Aertryk	—	—	—	—	—	—
Bac. suipestifer 355	++	++	++	++	++	+
„ „ 564	±	—	—	—	—	—
„ „ 795	++	++	++	+	±	—
„ „ 805	++	++	++	++	+	±
„ „ 806	++	++	++	++	++	++
„ „ 810	++	++	++	+	±	—
„ „ 817	++	++	++	++	++	++
„ „ 819	++	++	++	++	++	+
Bac. enteritidis Gärtner	++	—	—	—	—	—

Stämme	Agglutination Voldagsen-Kaninchen-Serum Titer 10 000				Agglutination Glässer-Kaninchen-Serum Titer 4000			
	1000	3000	6000	10 000	1000	2000	3000	4000
Dorset I	++	++	+	±	++	++	++	++
„ II	++	++	+	+	++	++	+	+
„ III	++	++	+	±	++	++	+	+
„ IV	++	++	+	+	+	±	—	—
„ V	++	++	+	±	++	++	++	+
„ VI	++	++	++	++	++	++	++	++
„ VII	++	++	+	+	++	+	±	
„ VIII	++	++	+	±	++	++	+	+
„ IX	++	++	+	±	++	++	+	±
„ X	++	++	++	++	++	++	+	+
Bac. suip. Voldagsen I	++	++	++	++	++	++	++	++
Bac. typhi suis Glässer	++	++	++	+	++	++	++	++

Die Stämme sind bezüglich ihres Verhaltens auch späterhin weiter von uns verfolgt worden. Es hat sich dabei gezeigt, daß einzelne der Stämme nach längerer Zeit von agglutinierenden Seris des Bac. suipestifer agglutiniert wurden, während andere auch heute nach über zwei Jahren noch vollkommen unempfänglich für diese Sera sind.

Spätere Prüfung 1913.

Stamm	Agglutination Bac. suipestifer Esel-Serum Titer 5000				
	100	500	1000	3000	5000
Dorset I	++	++	++	±	—
„ II	++	++	++	+	—
„ III	++	++	+	—	—
„ IV	—	—	—	—	—
„ V	—	—	—	—	—
„ VI	++	++	++	±	
„ VII	±	—	—	—	—
„ VIII	—	—	—	—	—
„ IX	—	—	—	—	—
„ X	++	±			

Spätere Prüfung 1913.

Stamm	Agglutination Paratyphus-B Hellwig Kaninchen-Serum Titer 5000				
	100	500	1000	3000	5000
Dorset I	++	++	+	±	—
„ II	++	+	—	—	—
„ III	++	+	±	—	—
„ IV	++	+	+	—	—
„ V	—	—	—	—	—
„ VI	++	+	—	—	—
„ VII	—	—	—	—	—
„ VIII	++	+	±	—	—
„ IX	++	++	+	±	
„ X	++	++	+	±	

Die mit verschiedenen dieser Stämme gewonnenen Sera agglutinierten ebenso wie die Glässer- und Voldagsen-Sera auch Kulturen des Bac. suipestifer bis zur Titergrenze, während sie Paratyphusstämme dagegen nicht oder nicht nennenswert beeinflußten. Veränderungen in ihrem agglutinatorischen Verhalten untereinander und in ihren engen serologischen Beziehungen zu dem Bac. typhi suis Glässer und dem Bac. suipestifer Voldagsen haben die Stämme bisher nicht gezeigt.

Diese Beobachtungen weisen nun einmal darauf hin, daß eine strenge Abtrennung kulturell dem Bac. suipestifer sich gleich verhaltender Stämme von dem letzteren als besondere Bakterienart allein auf Grund des abweichenden agglutinatorischen Verhaltens nicht immer möglich ist, da solche Stämme, wie es sich in diesem Falle zeigte, in ihren agglutinatorischen Eigenschaften beträchtliche Schwankungen zeigen und sich später auch in dieser Hinsicht wie echte Pestiferstämme verhalten können. Das gleiche dürfte in gewisser Hinsicht für die in ihrem kulturellen Verhalten vom Bac. suipestifer etwas abweichenden Varietäten, denen auch der Bazillus Glässer und der Bazillus Voldagsen zugehören, gelten, da sich nach den erwähnten Beobachtungen

auch diese Kulturen sowohl in ihren kulturellen wie in ihren serologischen Eigenschaften ebenfalls ändern und nach den Beobachtungen Bernhardts selbst soweit umwandeln können, daß sie von dem Bac. suipestifer überhaupt nicht mehr abzutrennen oder zu unterscheiden sind. Daß auch von Glässer den unsern analoge Erfahrungen gemacht worden sind, wurde schon oben erwähnt.

Wie wir bereits vorher ausgeführt haben, spielen nun unseres Erachtens alle die in Frage stehenden Bakterien, auch der Bac. typhi suis und der Bazillus Voldagsen in der Praxis als selbständige Seuchenerreger keine große Rolle[1]), sie können aber in solchen Beständen eine gewisse Bedeutung erlangen, in denen durch besondere Umstände ihr Hochkommen erleichtert wird, und zwar dürfte hierfür in erster Linie das filtrierbare Virus in Betracht kommen. So konnten wir auch bei dem ersten Bestande, in welchem von uns der Bazillus Voldagsen gefunden wurde, mit filtriertem Material eines verendeten Tieres wieder Schweinepest erzeugen, und damit den Nachweis liefern, daß in dem Bestande tatsächlich auch eine Infektion mit filtrierbarem Virus vorgelegen hat.

Nr.	Impfmaterial	Tag der Impfung	Verlauf	Tag des Todes	Anatomischer Befund	Bakteriologischer Befund	Zelleinschlüsse in den Epithelzellen der Conjunctiva
315	15 ccm Organbreifiltrat von eingesandtem Ferkel, aus dessen Organen der Bac. suipestif. Voldagsen isoliert war.	16. 3. 1912.	20. 3. munter 23. 3. krank, Augenlider 27. 3. völlig verklebte Augen, Pocken, Durchfall 30. 3. schwer krank.	31. 3. verendet.	Die geschwollene und gerötete Dickdarmschleimhaut weist 7 linsen- bis pfennigstückgroße Geschwüre auf. Hämorrhagische Magenentzündung. Blutungen in der Niere.	negativ.	30. 3. +
316	15 ccm Organbreifiltrat von 315.	2. 4.	10. 4. krank, verklebte Augen 14. 4. schwer krank.	17. 4. geschlachtet in extremis.	Dickdarmschleimhaut in großer Ausdehnung, namentlich in den mittleren Abschnitten stark gerötet und geschwollen und mit zahlreichen linsengroßen Geschwüren übersät.	negativ.	12. 4. +

Daß es sich hier nicht um einen vereinzelten zufälligen Befund einer Mischinfektion gehandelt hat, dürfte daraus hervorgehen, daß inzwischen auch von Pfeiler Seuchengänge gefunden wurden, in denen er neben dem Bazillus Voldagsen ebenfalls filtrierbares Virus nachweisen konnte. Ebenso sind anscheinend von Glässer bereits solche Beobachtungen gemacht worden. Diese Tatsache ist deshalb von Bedeutung, weil nach unseren und nach Glässers Erfahrungen der Bazillus Glässer und der Bac. suipestifer Voldagsen überhaupt nur selten vorzukommen scheinen. So spricht

[1]) Ebenso äußern sich Glässer und Mießner (vergl. Mießner, Deutsch. Tierärztliche Wochenschrift 1914, Nr. 5).

sich z. B. Glässer in seiner kürzlich erschienenen Monographie dahin aus, daß der Immunisierung gegen die in Frage stehenden Bakterien ein hoher Wert nicht zukomme, weil sie anscheinend zu selten vorkommen, als daß sich ein Immunisierungsverfahren gegen sie lohnen würde. Wenn nun trotzdem unter den wenigen Fällen, in denen diese Bakterien bisher gefunden wurden, von verschiedenen Autoren bereits bei solchen Seuchengängen gleichzeitig auch das filtrierbare Virus nachgewiesen werden konnte, so sprechen doch alle diese Befunde sehr für unsere Auffassung, daß tatsächlich diese Bakterien im allgemeinen hauptsächlich in den Beständen hochkommen und eine praktische Bedeutung erlangen, in denen ihnen durch besondere Verhältnisse, insbesondere durch das filtrierbare Virus, der Boden geebnet ist. Pfeiler gibt allerdings an, den Bac. suipestifer Voldagsen als selbständigen Seuchenerreger häufig gefunden zu haben, nähere Mitteilungen, die eine genauere Beurteilung zuließen, liegen aber bisher hierüber von ihm noch nicht vor.

Literatur.

1. Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 27, Heft 3.

2. Dieselben. Ebenda. Bd. 30, Heft 2.

2a. Uhlenhuth u. Haendel, Schweinepest und Schweineseuche. Handbuch der pathogenen Mikroorganismen von Kolle u. Wassermann. II. Aufl., Bd. VI. 1913.

3. v. Wassermann, Mitteilungen der Vereinigung deutscher Schweinezüchter. 1908, Heft 7.

4. Halberstädter und v. Provazek, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 26.

5. Uhlenhuth und Böing, Berliner Klinische Wochenschrift 1910, Nr. 32.

6. Böing, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte. Bd. 40.

7. Heymann, Kolle-Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. II. Aufl. 1913.

8. Schilling, Zentralblatt für Bakteriologie. Bd. 58, 1911.

9. Pappenheim-Ferrata, Bibliothek mediz. Monographien. Bd. 10, 1911.

10. King, Kansas Stat. agric. colleg. exper. stat. Press. bull. 173, 1909.

11. Melvin, Journ. of comp. path. u. ther. Vol. 22, 1909.

12. Hutyra, Handbuch der Serumtherapie u. Serumdiagnostik in der Vet. Medizin von Klimmer u. Wolf-Eisner 1911.

13. Köves, Berliner Tierärztl. Wochenschrift 1910.

14. Bärthlein, Zentralblatt für Bakteriologie Ref. Bd. 57, 1913.

15. Bernhardt u. Ornstein, Berl. klin. Wochenschrift 1912.

16. Bernhardt u. Paneth, Zentralblatt für Bakteriologie, Ref. Bd. 57, 1913.

17. Toenissen, Medizinische Klinik 1913.

18. Glaesser, Deutsche tierärztl. Wochenschrift 1907, 1908, 1909, sowie Monographie: Die Krankheiten des Schweines. M. u. H. Schaper, Hannover 1912.

19. Dammann u. Stedefeder, Archiv für wissenschaftliche u. praktische Tierheilkunde. Bd. 36, 1910.

20. Pfeiler, Berliner Tierärztl. Wochenschrift 1912, 1913. Mitteilungen der Vereinigung Deutscher Schweinezüchter 1913, Heft 6 u. 7.

21. Bernhardt, Zeitschrift für Infektionskrankheiten. Bd. 73, 1912.

22. Gildemeister u. Bärthlein, Zentralblatt für Bakteriologie. Bd. 67, 1912.

23. Haendel, Mitteilungen der Vereinigung Deutscher Schweinezüchter. Heft 7, 1913.

24. Haendel u. Gildemeister, Zeitschrift für Immunitätsforschung. Bd. 11, 1911, Berl. Tierärztl. Wochenschrift 1912.

25. Teodorascu, Zeitschrift für Immunitätsforschung. Bd. 14, 1912.

Nachtrag.

In zwei während der Drucklegung der vorstehenden Arbeit in Bd. 40, H. 1 u. 2 des Archivs für wissenschaftliche und praktische Tierheilkunde und Bd. 14, H. 7 der Zeitschrift für Infektionskrankheiten der Haustiere erschienenen Mitteilungen von Pfeiler und Kohlstock und von Pfeiler und Standfuß gibt Pfeiler nähere Angaben über das Alter der bei seinen Versuchen benutzten Ferkel. Danach sind anfänglich wohl meist Tiere im Alter von etwa 6 Wochen, später auch etwas ältere Tiere von 8—12 Wochen verwendet worden.

Bemerkenswert ist es, daß Pfeiler und seine Mitarbeiter bei einem Teil ihrer Spontanübertragungsversuche namentlich bei den beiden in der zweiten Arbeit mitgeteilten zu Ergebnissen kommen, die ebenso wie die von uns erhaltenen gewiß nicht für eine besondere Kontagiosität der Voldagseninfektion sprechen.

Bei dem ersten Versuch wurden von vier durch Simultanimpfung gegen Schweinepest geschützten Ferkeln zwei per os mit je $^1/_8$ Kultur des Bac. Voldagsen infiziert und die beiden anderen Tiere zum Zwecke der natürlichen Ansteckung mit den experimentell infizierten Tieren in derselben Bucht gehalten. Nur das eine der gefütterten Ferkel ist einer Voldagseninfektion erlegen, die anderen Tiere sind nicht erkrankt.

Bei dem zweiten Versuch wurden der Spontaninfektion acht Tiere ausgesetzt, von denen vier wieder simultan gegen Schweinepest geimpft, vier unbehandelt geblieben waren. Von diesen ist nur ein simultan geimpftes Ferkel während des ersten Teils des Versuchs verendet, ein zweites ebenfalls simultan geimpftes Tier in schwer krankem Zustand getötet worden. Von den unbehandelten Tieren ist eines bald nach Beginn des Versuchs gefallen, ohne daß die Todesursache ermittelt werden konnte. Die drei anderen unbehandelten Tiere sind gesund geblieben, zwei davon erwiesen sich auch im zweiten Teil des Versuchs, was besonders hervorzuheben ist, bei einer anschließenden Prüfung gegenüber dem filtrierbaren Virus immun, während das dritte dieser Infektion erlag. Ebenso erwies sich das dritte simultan geimpfte Ferkel im zweiten Teil des Versuchs gegen Viruspest immun, während das vierte simultan geimpfte Ferkel, das schon gekränkelt hatte, dabei an Viruspest zugrunde ging.

Nach diesem ganzen Verlauf des Versuches ist doch wohl anzunehmen, daß die simultan geimpften Ferkel in diesem Falle bei Beginn des Versuchs infolge der Simultanimpfung an Virus erkrankt waren. Es ist doch sehr auffallend, daß von den unbehandelt zu dem Versuch genommenen Tieren sich später zwei gegen Viruspest immun erwiesen und eines der simultan geimpften Tiere später an Schweinepest verendete. Der Beweis, daß eine gleichzeitige Virusinfektion bei dem Versuch auszuschließen war, hätte durch Weiterimpfung von Filtraten des im ersten Teil des Versuchs verendeten und des erkrankten und geschlachteten Ferkels erbracht werden müssen.

Jedenfalls spricht der Ablauf des Versuches aber auch so sicher nicht für eine besondere Kontagiosität der Voldagseninfektion.

Schließlich möchten wir, da Pfeiler anscheinend die in der zweiten Arbeit mitgeteilten Versuche hauptsächlich zu dem Zwecke durchgeführt hat, die Möglichkeit der primären Infektion durch den Bac. Voldagsen zu erweisen, hier nur kurz noch hervorheben, daß wir diese Möglichkeit nie bestritten haben. Bereits in ihrer ersten Arbeit haben darauf Uhlenhuth, Hübener, Xylander und Bohtz schon für den Bac. suipestifer hingewiesen und Pfeiler zitiert selbst die Worte, mit denen unsere Ansicht in dieser Frage in dem Abschnitt Schweinepest und Schweineseuche in der neuen Auflage des Handbuchs von Kolle und Wassermann dahin präzisiert wird, „daß auch bei dem Bac. Voldagsen die spontane Übertragung der experimentell erzeugten Krankheit auf andere Tiere ebenso wie bei virulenten Pestiferstämmen nur schwer und wohl nur bei ganz jungen Tieren gelingt". Von diesem Standpunkt abzugehen, liegt für uns auch nach den Arbeiten Pfeilers kein Grund vor, ebenso wenig wie wir glauben, daß die Untersuchungen Pfeilers dazu berechtigen, den Bac. Voldagsen als für Schweine besonders pathogenen Seuchenerreger anzusehen und ihn in dieser Hinsicht in Gegensatz zu dem Bac. suipestifer und anderen für Schweine eine gewisse Pathogenität besitzenden Bakterien der Paratyphusgruppe zu stellen.

Zur Kenntnis der Wirkungen kresolhaltiger Desinfektionsmittel (Saprol, Lysol, Kreolin) und des Petroleums bei Tieren.

Von

Geh. Regierungsrat Professor **Dr. E. Rost,**

Mitglied des Kaiserlichen Gesundheitsamtes.

Die Beantwortung bestimmter Sonderfragen machte es erforderlich, das Saprol und das Petroleum hinsichtlich ihrer Wirkungen auf höhere und niedere Tiere und besonders hinsichtlich ihres Giftigkeitsgrads zu untersuchen.

Bei den zur Ermittelung der giftigen Dosis des Saprols angestellten Versuchen wurde nur festzustellen versucht, ob die Wirkungen dieses Kresolpräparats im wesentlichen der Kresolkomponente zuzuschreiben sind; außerdem wurde seine Giftigkeit mit der einiger anderer kresolhaltiger Desinfektionsmittels, des Lysols und des Kreolins, verglichen[1]).

I. Die Wirkungen des Saprols, verglichen mit denen des Lysols und Kreolins.

Die Kresole sind bereits in zahlreichen Versuchen auf ihre Wirkungen auf den tierischen Organismus untersucht worden, so von Binet[2]), Chassevant und Garnier[3]), Tollens[4]), Bechhold und Ehrlich[5]), Wandel[6]), Laubenheimer[7]) und Zahn[8]). Sie wirken nach dem Typus des Phenols erregend auf das zentrale Nervensystem, und rufen eigenartige, schlagartige, über den ganzen Körper verbreitete Muskel-

[1]) Die Versuche wurden größtenteils in Gemeinschaft mit dem früheren ständigen Mitarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamt Regierungsrat Dr. med. Fr. Franz (†) angestellt.

[2]) Binet, Toxicologie comparée des phénols. Rev. méd. de la Suisse romande. Bd. 15, 1895, S. 561.

[3]) Chassevant und Garnier, Rapports entre la constitution chimique des corps et leur toxicité dans la série aromatique (benzène et ses dérivés). Arch. internat. de pharmacodyn. et de thérap. Bd. 14, 1905, S. 93.

[4]) Tollens, Über die Wirkung der Kresole und des Liquor Cresoli saponatus im Vergleich zur Carbolsäure. Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol. Bd. 52, 1905, S. 220.

[5]) Bechhold und P. Ehrlich, Beziehungen zwischen chemischer Konstitution und Desinfektionswirkung. Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. 47, 1906, S. 194.

[6]) Wandel, Zur Pathologie der Lysol- und Kresolvergiftung. Arch. f. exp. Path. u. Pharmakol. Bd. 56, 1907, S. 161.

[7]) Laubenheimer, Phenol und seine Derivate als Desinfektionsmittel. Wien 1909.

[8]) K. Zahn, Versuch mit Phobrol (Chlormetakresol). Med. Klinik 1912, Nr. 47.

zuckungen hervor; Kollaps und sekundärer Temperaturabfall beschließen das Vergiftungsbild. Besonders deutlich lassen sich alle diese von den französischen Untersuchern als tremblement généralisé und secousses musculaires, hypotonie musculaire und hypothermie bezeichneten Erscheinungen nach Einspritzung in die Bauchhöhle beobachten.

Saprol ist nach den Angaben des Herstellers eine rund 40% wasserlösliche Kresole, 40% Teerderivate und 20% hochsiedende Kohlenwasserstoffe enthaltende Zubereitung.

1. Versuche mit Saprol.

Sofern Saprol in solchen Mengen und Konzentrationen Tieren in den Magen oder in die Bauchhöhle eingeführt wurde, daß Wirkungen auf den Organismus eintraten, waren diese die nämlichen wie nach Einverleibung von Kresolen.

Von Hunden im Gewicht von 9 bis 11 kg wurden Mengen von 2 bis 4 ccm, längere Zeit täglich in den Magen eingeführt, ohne Allgemeinwirkungen und zwar auch nach mehrtägiger Unterbrechung der Zufuhr vertragen (Tabelle 1).

Tabelle 1. Versuche an Hunden mit Einführung von Saprol (mit 100 ccm Wasser) in den Magen.

Zeit des Versuchs	Hund 203 Anfangsgewicht: 9000 g	Hund 198 Anfangsgewicht: 9800 g	Hund 197 Anfangsgewicht: 10800 g
	Es wurden eingeführt		
16. 11.	vor dem Füttern 0,5 ccm	1,0 ccm	2,0 ccm
17. 11.	3 ccm diarrh. Darmentleerung	7 ccm Erbrechen u. diarrh. Darmentleerung	10 ccm Erbrechen und diarrh. Darmentleerung
20. 11.	1½ Stunde nach dem Füttern 5 ccm Erbrechen	5 ccm	5 ccm Erbrechen
21. 11.	¼ Stunde nach dem Füttern 3 ccm Erbrechen	4 ccm	5 ccm Erbrechen
23. 11. bis 7. 12.	Vor dem Füttern 11 mal je 2 ccm	je 4 ccm	je 4 ccm Erbrechen an zwei Tagen
8. 12.	Gewicht 9600 g 3 ccm	Gewicht 9250 g 5 ccm Erbrechen	Gewicht 10650 g 5 ccm Erbrechen
9. 12. bis 20. 12.	10 mal je 2 ccm	je 4 ccm	je 4 ccm
27. 12. bis 2. 1.	5 mal je 3 ccm Endgewicht 8600 g	je 4 ccm Endgewicht 9450 g	je 4 ccm Endgewicht 10200 g

Größere Dosen als 4 ccm, die in den Magen zusammen mit 100 ccm Wasser eingeführt wurden, bewirkten Erbrechen und diarrhoische Darmentleerungen. Sehr große Mengen, z. B. 100 ccm, versetzten einen 9 kg schweren Hund schon nach 12 Minuten in einen so schweren Vergiftungszustand, daß er von beständigen Muskelzuckungen durchschüttelt wurde und nach mehreren Stunden im Zustand zentraler Lähmung starb.

Das Saprol wurde jedesmal auf Wasser geschichtet und mit der Schlundsonde eingegossen. Am zweckmäßigsten erwies sich die Verabreichung unmittelbar vor der Fütterung.

Wurde Saprol in Mengen von 2 ccm unter die Haut eingespritzt, so bildeten sich beim Hund wohl Abszesse an der Injektionsstelle, Vergiftungserscheinungen traten aber nicht auf.

Ein Kaninchen im Gewicht von 2500 g, dem 50 ccm Saprol unverdünnt etwa 30 cm tief in den Mastdarm eingeführt wurden, zeigte bereits nach 2 Minuten über den ganzen Körper verbreitete intensive schlagartige Muskelzuckungen, die ohne Unterbrechung andauerten. Das Tier wurde nach einer Stunde getötet, es wies normalen Spektralbefund des Blutes auf. Der Mastdarm war in seiner ganzen Ausdehnung verätzt und brüchig.

Meerschweinchen starben nach Einspritzung von Saprol in die Bauchhöhle durch Mengen von 2 ccm bis herab zu 0,25 ccm unter den typischen Erscheinungen der Kresolvergiftung (Muskelzuckungen mit anschließender Lähmung). Mengen von 0,1 ccm bewirkten ebenfalls noch den Tod von Meerschweinchen nach etwa zwei Tagen; Mengen von 0,05 ccm wurden reaktionslos vertragen (Tabelle 2).

Tabelle 2. Versuche an Meerschweinchen mit Einführung von Saprol in die Bauchhöhle.

Gewicht des Tieres g	Menge des in die Bauchhöhle eingespritzten Saprols ccm	Eintritt der Wirkungen (typische Muskelzuckungen) (nach Min.)	Tod
570	2	Nach 2 Minuten	† nach $2^3/_4$ Stunden
580	1	Nach 5 Minuten	† „ $4^1/_2$ „
420	0,5	Nach 4 Minuten	† „ $2^1/_2$ „
420	0,25	Keine Zuckungen beobachtet	† „ $19^1/_2$ „
420	0,1	„ „ „	† über Nacht
400	0,25	Nach 5 Minuten; die Muskelzuckungen lassen nach $1^1/_2$ Stunden nach; das Tier läuft herum	† am folgenden Tag
400	0,1	Keine Zuckungen beobachtet	† am folgenden Tag
400	0,05	„ „ „	Tier überlebt

Kaulquappen, die zu je 8 in einer Schale von 21 cm Durchmesser mit 2000 ccm Leitungswasser gehalten wurden, starben nach dem Aufgießen von 1 ccm Saprol innerhalb $1^1/_2$ Stunden, nach dem Aufbringen von 0,5 ccm im Laufe von 16 bis 20 Stunden.

Daphnien starben innerhalb weniger Stunden, wenn dem Wasser (200 ccm in einem Becherglas von 55 mm Durchmesser) 0.1 ccm Saprol aufgeschichtet wurde.

2. Versuche mit Lysol und Kreolin (einschließlich Automors).

Ganz ähnlich verliefen die früher mit den Kresolpräparaten Lysol und Kreolin angestellten Versuche an Warmblütern; auch hier bestand das Vergiftungsbild ledig-

lich aus allgemeinen Muskelzuckungen und anschließender zentraler Lähmung. Entsprechend dem geringeren Kresolgehalt des Kreolins wirkt dieses Präparat schwächer (Hund) oder langsamer (Kaninchen und Meerschweinchen); der Kresolgehalt des Kreolins war aber immer noch hoch genug, um schon bei verhältnismäßig kleinen Mengen Pflanzenfresser zu töten.

Lysol besteht aus gleichen Teilen Kresolen (vorwiegend m- und p-Kresol) und einer aus Leinöl erhaltenen stark eingedickten Kaliseife[1]); es ist frei von Teerkohlenwasserstoffen und zeigt das spez. Gewicht 1,041. Die Kresole sind in wasserlöslicher Form im Lysol enthalten.

Kreolin stellt nach Kochs[2]) eine Zubereitung einer kresolhaltigen rohen Karbolsäure in Steinkohlenteerölen und Harzseife dar; sein Kresolgehalt beträgt etwa 15 %, sein Kohlenwasserstoffgehalt 46 %, das spez. Gewicht 1,053.

Vom Lysol und Kreolin wurden mit destilliertem Wasser 50 %ige und aus diesen 10 %ige und 1 %ige Lösungen bezw. Mischungen hergestellt; diese bläuten Lackmuspapier.

Die Lösungen von Lysol waren klar, schäumten beim Schütteln und hielten sich tagelang unverändert. Nach zwei Jahren war die 1 %ige Lösung gleichmäßig schmutziggelb getrübt.

Die 10 %ige Mischung von Kreolin war gleichmäßig milchig trüb, schäumte beim Schütteln und blieb ebenfalls tagelang homogen. Nach 2 Jahren war die 10 %ige ebenso wie die 1 %ige Mischung zu einer braunen bezw. bräunlichgelben Flüssigkeit geworden, die einen schwarzen Bodensatz bezw. dunkelbraune Tröpfchen zeigte.

Außerdem sollen hier die Versuche mit einer als Desinfektionsmittel empfohlenen Zubereitung, dem Automors, mit erwähnt werden, von der es zu entscheiden galt, ob sie Kresole enthält.

Automors ist entsprechend dem Sanatol zusammengesetzt[3]). Es enthält etwa 15 % freie und 12 % gebundene Schwefelsäure (in Form einer Sulfosäure), 19 % nichtsulfurierte und sulfurierte Phenole und Kohlenwasserstoffe neben 54 % Wasser und entspricht etwa einem Präparat, das durch Einwirkung von 20 Teilen eines phenolhaltigen Teeröls auf 30 Teile Schwefelsäure und Verdünnen mit Wasser auf 100 Teile erhalten wird.

Automors rötet blaues Lackmuspapier stark. Mischungen mit 50 und 99 Teilen Wasser sind schmierig trüb, schäumen beim Schütteln nicht und setzen (in der starken Verdünnung) sofort harzige Massen ab, die sich als Bodensatz ausscheiden.

Die in Tabelle 3 mitgeteilten Versuche an Hunden zeigen, daß unter den eingehaltenen Versuchsbedingungen allein Lysol Kresolvergiftung erzeugte. Der Kresol-

[1]) In dieser Seife sind gegen 68 % Fettsäuren gefunden worden. (Nach Thoms in Realenzyklopädie der Pharmazie Bd. 8, 1907, S. 376, u. Arb. a. d. Pharmaz. Institut der Univ. Berlin Bd. 2, 1905, S. 379).

[2]) Kochs, Kreolin Pearson. Apoth.-Ztg. 1906, Nr. 77 u. Arb. a. d. Pharmaz. Institut d. Univ. Berlin Bd. 4, 1907, S. 95.

[3]) E. Richter, Automors. Apoth.-Ztg. 1909, S. 700 u. Arb. a. d. pharmazeutischen Institut der Univers. Berlin, Bd. 7, 1910, S. 23.

gehalt des Automors mußte — sofern ein solcher überhaupt vorhanden war — nach dem Ausfall dieser Tierversuche als weit unterhalb dem des Kreolins liegend angenommen werden (Tabelle 3).

Tabelle 3. Versuche an Hunden im Gewicht von 8—9 kg mit Einführung von Lysol, Kreolin und Automors in den Magen.

(Die Hunde waren vor der Eingabe der Präparate nicht gefüttert.)

Bezeichnung des Präparats	Menge des eingegebenen Präparats g	Menge der darin enthaltenen Kresole g	Wirkung
Lysol	5 g in 250 ccm Wasser	2,5	Nach einigen Stunden entwickelt sich eine schwere Kresolvergiftung, von der sich der Hund aber wieder erholt hat.
Kreolin	5 „ „ 250 „ „	0,75	Erbrechen. Keine Allgemeinerscheinungen.
Automors	5 „ „ 95 „ „	?	Ohne jede Wirkung.
„	5 „ „ 250 „ „	?	„ „ „
„	7,5 „ „ 250 „ „	?	Erbrechen nach 15 Min. Keine Allgemeinerscheinungen.

Auch im Kaninchenversuch fehlte jede Andeutung einer ausgesprochenen Kresolvergiftung beim Automors, beim Kreolin war sie abgeschwächt, beim Lysol ausgesprochen vorhanden. Im Automors wirkt vorwiegend die Mineralsäure; die Wirkung der Kohlenwasserstoffe tritt ihr gegenüber in den Hintergrund; im Kreolin macht sich die letztere ebenso nur schwach neben der vorherrschenden der Kresole geltend.

Fast durchgängig erwiesen sich die Präparate in 10%iger wässeriger Lösung als am intensivsten wirkend (Tabelle 4). Eine Einwirkung auf das Blut und auf die Niere wurde nicht beobachtet; auch war eine primäre Beeinflussung des Temperaturzentrums im Sinne eines Temperaturabfalls nicht festzustellen; einige Male blieb die Rectaltemperatur zwischen 39° und 40°.

Tabelle 4. Versuche an Kaninchen mit Einführung von Lysol, Kreolin und Automors in den Magen.

Gewicht des Tieres in g	Menge des eingegebenen Präparats g	Menge des Präparats (pro kg Körpergewicht) g	In der eingegebenen Menge des Präparats enthaltene Menge Kresole (pro kg Körpergewicht) g	Konzentration der Lösung %	Vergiftungsbild	Tod nach
			I. Lysol:			
			Tier 24 Stunden vor Beginn des Versuchs ohne Nahrung gelassen.			
3070	15,4	5,0	2,5	50	Typische Kresolvergiftung	49 Min.
2700	13,5			10		18 „
			Tiere vorher gefüttert.			
1550	6,2	4,0	2,0	unverd.	Typische Kresolvergiftung	29 Min.
2270	9,1			50		61 „
2250	9,0			10		26 „

Gewicht des Tieres in g	Menge des eingegebenen Präparats g	Menge des Präparats (pro kg Körpergewicht) g	In der eingegebenen Menge des Präparats enthaltene Menge Kresole (pro kg Körpergewicht) g	Konzentration der Lösung %	Vergiftungsbild	Tod nach
			II. Kreolin:			
1770	8,9	5,0	0,75	50	abgeschwächte Kresolvergiftung	106 Min.
2680	13,4			10	angedeutete Kresolvergiftung	214 „
1650	6,5	4,0	0,6	unverd.	überwiegend zentrale Lähmung, kurze Reizerscheinungen, Tod in Lähmung	64 „
			III. Automors: Tiere 24 Stunden vor Beginn des Versuchs ohne Nahrung gelassen.			
3020	15,1	5,0	?	unverd.	schlaffe Lähmung	228 Min.
2750	13,8			50	„ „	237 „
2450	12,25			50	„ „	258 „
2700	13,5			10	„ „	100 „
2410	12,1			10	„ „	173 „
2300	9,2	4,0	?	unverd.	—	etwa 24 Std.
2870	11,5			„	Lähmung	309 Min.
2330	9,3			50	—	etwa 22 Std.
2260	9,0			10	Lähmung	107 Min.
			Tiere vorher gefüttert.			
2550	10,2	4,0	?	50	—	etwa 29 Std.
2550	10,2			10	—	Tier überlebt

Wurde Kaninchen von 2 kg 1,5 g Lysol bezw. Automors auf 1 kg Körpergewicht (in 10%iger Lösung) unter die Haut gespritzt, so zeigte das Lysoltier eine typische Kresolvergiftung, von der es sich aber erholte, das Automorstier blieb unbeeinflußt.

Bei Einspritzung der genannten drei Präparate in die Bauchhöhle von Meerschweinchen erwiesen sich Lysol und Kreolin als reine Kresolgifte; nach Automors erlagen die Tiere wie nach Einspritzung einer Schwefelsäure von entsprechend starker Konzentration (Tabelle 5, S. 246).

Aus Vorstehendem ergibt sich, daß Saprol im Tierversuch entsprechend seinem Gehalt an Kresolen Giftwirkungen entfaltet. Da eine chronische Kresolvergiftung nicht bekannt ist und auch die mitgeteilten Versuche dafür sprechen, daß kleine Mengen Kresole wirkungslos sind, so erscheint das Übergießen von Tümpeln, Wasserlöchern usw. mit einer dünnen Schicht Saprol zur Abtötung von Insektenlarven für Tiere, die solches Wasser, in das Kresole übergegangen sind, aufnehmen (Wild, Vögel), nicht bedenklich. Dagegen ist bei Aufnahme von großen, dem Lysol in tödlicher Dosis entsprechenden Mengen von Saprol durch den Menschen mit einer Kresolvergiftung zu rechnen. Saprolvergiftungen beim Menschen scheinen indessen nur selten vorgekommen zu sein, wie sich aus nachstehender Zusammenstellung ergibt, in der die im Königreich Preußen zur amtlichen Meldung gelangten Todesfälle[1]) nach Trinken von Saprol, Lysol und Kreolin eingetragen sind.

[1]) Nach „Das Gesundheitswesen im Preußischen Staat“ in den Jahren 1905 bis 1912.

Tabelle 5. Versuche an Meerschweinchen mit Einführung von Lysol, Kreolin und Automors in die Bauchhöhle.

Gewicht des Tieres g	Menge des eingespritzten Präparats ccm	Konzentration der Lösung %	Vergiftungsbild	Tod nach
		I. Lysol[1]):		
360	0,5	10	Typische Kresolvergiftung	zwischen $4^3/_4$ und 6 Std.
320	0,4	unverd.		160 Min.
		II. Kreolin[1]):		
440	1,0	50	Typische Kresolvergiftung	280 Min.
430	0,5	50		zwischen 29 und 43 Std.
		III. Automors:		
640	1,0	unverd.	schlaffe Lähmung	290 Min.
525	1,0	50	„	145 „
510	1,0	10	„	160 „
400	1,0	50	„	99 „
400	0,75	50	„	zwischen 5 und 19 Std.
400	0,5	50	„	desgl.
370	0,5	10	„	270 Min.
350	0,5	50	„	300 „

Nach den amtlichen Veröffentlichungen des „Gesundheitswesens im Preußischen Staat“ starben in den Jahren 1905—1912 infolge Vergiftung mit

	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Saprol . . .	1							
Kreolin . . .	—	2	—	—	2	2	3	2
Lysol . . .	—	287	259	241	229	194	222	171 Personen.

Weitz[2]) berichtet, daß in den Jahren 1900 bis Mitte 1911 im St. Georgs-Krankenhaus zu Hamburg 96 Vergiftungsfälle mit Lysol, von denen 12 tödlich verliefen, behandelt worden sind; der zur Beobachtung gekommene Fall einer Kreolinvergiftung ging in Genesung über. Eine Saprolvergiftung hat sich nicht ereignet.

Im deutschen Heere (mit Ausnahme der bayerischen Armeekorps) ereigneten sich in dem Zeitraum von 1890 bis 1902 zwei nichttödliche Kreolinvergiftungen; das Kreolin war das eine Mal aus selbstmörderischer Absicht, das andere Mal aus Versehen getrunken worden (Max Richter)[3]).

Ein Fall einer tödlichen Saprolvergiftung wird von Dost[4]) beschrieben.

[1]) Außerdem wurden Meerschweinchen Lysol, Kreolin und Saprol nach Maßgabe ihres Kresolgehalts (0,01 und 0,005 g auf 100 g Körpergewicht) in die Bauchhöhle eingespritzt; bei keinem der Tiere traten Muskelzuckungen ein. Im Laufe zweier Tage starben die Lysol- und Saproltiere, die 0,01 g auf 100 g Körpergewicht erhalten hatten.

[2]) Weitz, Wissenschaftlicher Bericht, 487 Fälle von Vergiftungen. Das Allg. Krankenhaus St. Georg in Hamburg. Festschrift 1912, S. 237.

[3]) Max Richter, Über die in den letzten 12 Jahren in der Armee vorgekommenen Vergiftungen. Diss. Berlin 1905.

[4]) Dost, Über einen Fall von Saprolvergiftung. Arch. f. Kriminalanthropologie Bd. 10, 1903, S. 96.

II. Die Wirkungen des Petroleums.

Die pharmakologischen Wirkungen des Petroleums sind von L. Lewin[1]) untersucht worden. Bei Einfuhr in den Magen ruft Petroleum in wirksamen Mengen gastrische und cerebrale Vergiftungserscheinungen hervor; nach den Versuchen am Tier und Beobachtungen am Menschen liegt der Wirkungsschwellenwert sehr hoch. Mit den gasförmigen und flüssigen Kohlenwasserstoffen der Fettreihe hat das (amerikanische) Petroleum den Grundcharakter der Wirkung, die Narkose, gemein[2]). Die neuerdings zur Beobachtung gelangten Erkrankungsfälle nach dem Trinken großer Petroleummengen zeigen indessen von neuem, daß dem Petroleum nur schwache Giftwirkungen eigen sind. Todesfälle nach dem Trinken von Petroleum scheinen nur vereinzelt bei Kindern vorgekommen zu sein; Mengen von 500 g sollen von Erwachsenen wiederholt getrunken worden sein, ohne daß Gesundheitsstörungen eintraten; selbst $^3/_4$ l Petroleum sind angeblich getrunken worden. Die wichtigsten Literaturangaben finden sich kritisch zusammengestellt in Heffters[3]) Berichten über toxikologische Arbeiten. Nach den bisher vorliegenden einschlägigen Veröffentlichungen läßt sich weder über den klinischen Verlauf der akuten Petroleumvergiftung (Reizung der Magenschleimhaut mit bisweilen sehr spät eintretendem oder überhaupt fehlendem Erbrechen, Diarrhöen, Nierenreizungen, Somnolenz, komatöse Zustände) noch über die Giftigkeit dieses Stoffes ein klares Bild gewinnen[4]).

---

[1]) L. Lewin, Über allgemeine und Hautvergiftung durch Petroleum. Virchows Arch. f. path. Anat. Bd. 112, 1888 und Lehrbuch der Toxikologie 1897, S. 202 u. 466. Nach den nur in einem Referat bekannt gewordenen Versuchen Ottolenghis (Virch.-Hirsch' Jahresber. d. ges. Med. 1897, I, S. 363) sollen für Hunde von amerikanischem Petroleum 6 ccm tödlich und 2 ccm wirkungslos sein, während 4 ccm Erbrechen und Durchfälle hervorriefen.

Die in den Annales d'hygiène publique III. Serie, Bd. 1, 1903, S. 537 referierten Versuche Biondis (Rev. crit. de clin. méd. vom 1. Nov. 1902) sind an Kaninchen und Hunden mit Einführung von außerordentlich hohen Gaben (50 bis 150 ccm) Petroleum (amerikanisches) in den Magen angestellt; die Tiere starben nach 3 bis 7 Tagen.

[2]) Petroleum wird neuerdings wieder, insbesondere in Form der amerikanischen Spezialitäten, und in Frankreich als Gabianöl, gegen verschiedene Erkrankungen des Menschen nach Art der Balsamika innerlich verordnet.

[3]) Heffter, Berichte über toxikologische Arbeiten in Schmidts Jahrbüchern der ges. Medizin Bd. 257, S. 190, Bd. 278, S. 11, in denen die Fälle von Conrads, Johannessen, Joseph (Dissertation Leipzig 1896, Sammlung von 16 Fällen), Seydel und Friedeberg besprochen werden. — Vergl. außerdem Erben, Vergiftungen, Bd. 2, 1910, S. 10 und Taylor-Stevenson, A manual of medical jurisprudence, 1891, S. 155.

[4]) Außerdem: Lesser, Tödliches Glottisödem durch Ingestion von Petroleum (Vierteljahrsschr. f. ger. Med. 3. Folge Bd. 16, 1898, S. 91). Ein $1^1/_2$jähriges Kind hatte 5 Stunden vor dem Tode eine kleine Quantität Petroleum getrunken.

Biondi (zit. nach Annal. d'hyg. publ. III. Serie, Bd. 1, 1903, S. 537) stellt 7 Vergiftungsfälle bei Kindern von 2 (4 Fälle) bis 15 Jahren nach dem Genuß von Petroleum und Petroleumbenzin (nicht getrennt) zusammen. Das Symptombild zeigte: kurzdauernden Sopor und Erbrechen, bei jungen Kindern am zweiten Tag Bronchialkatarrh und leichte Albuminurie; die Kinder von 12 bis 15 Jahren wiesen nur leichtes Magenbrennen auf.

Aronheim, Petroleumvergiftung bei einem $2^1/_2$jährigen Knaben (Die medizinische Woche 1903, S. 421). Verf. referiert die Fälle von Seydel und von Beretta und berichtet über seine eigene Beobachtung. Ein $2^1/_2$jähriger Knabe hatte etwa 120 g amerikanisches Petroleum getrunken, zeigte Bewußtlosigkeit, Cyanose, Erbrechen. Albuminurie wurde nicht beobachtet. De Fall ging in Heilung über.

G. Neumann, Petroleumvergiftung (Therap. Monatshefte 1910, S. 219) beschreibt zwei Petroleumvergiftungen bei sehr jungen Kindern (2 Jahre und 1 Jahr 8 Monate), die rasch in Heilung übergingen. Die aufgenommenen Petroleummengen ließen sich nicht ermitteln. Das hervorstechende Symptom der Erkrankung war stark beschleunigte Atmung.

Unter den 111 in der deutschen Armee (mit Ausnahme der bayerischen Armeekorps)

Bei den vorliegenden Versuchen gelangten **russisches** und **amerikanisches** Petroleum (von letzterem die Marke **Dapol** und **Urania**) zur Verwendung. Den zum Versuch herangezogenen Hunden, die 7700, 9800 und 10 000 g wogen, wurden, nach-

Tabelle 6. Versuche an Hunden mit Einführung von Petroleum (in Mischung mit 100 ccm Wasser) in den Magen.

Zeit des Versuchs	Hund 208	Hund 209	Hund 210
	Anfangsgewicht 7600 g	Anfangsgewicht 9800 g	Anfangsgewicht 10500 g
	I. Amerikanisches Petroleum „Urania“:		
25. 1.— 9. 2.	12mal je 4 ccm	je 5 ccm	je 10 ccm
10. 2.—13. 2.	3 „ „ 8 „	„ 10 „	„ 20 „
14. 2.	10 ccm	12 ccm	22,5 „
15. 2.	12 „ Gewicht 7800 g	15 „ Gewicht 10 100 g	25,0 „ Gewicht 11 150 g
16. 2.	15 ccm nach etwa $1^1/_2$ Stunden sehr heftiges Erbrechen	20 ccm nach etwa $1^1/_2$ Stunden Erbrechen	30 ccm nach etwa $1^1/_2$ Stunden Erbrechen
19. 2.	12 ccm	15 ccm	25 ccm
20. 2.	15 „ Erbrechen	15 „	25 „
	II. Russisches Petroleum:		
22. 2.—24. 2.	5—10 ccm steigend	8—15 ccm steigend (nach 15 ccm Erbrechen)	10—20 ccm steigend
26. 2.	12 ccm	12 ccm	20 ccm
27. 2.	15 „ Zwischen $2^1/_2$ und 5 Stunden Erbrechen	15 „	25 „
28. 2.	13 ccm	15 „	27,5 „
4. 3.	15 „	17,5 „ leichte Diarrhöe	30 „ Erbrechen, leichte Diarrhöe
5. 3.—6. 3.	je 17,5 ccm	je 20 ccm	je 27,5 ccm
7. 3.	20 ccm	22,5 ccm	25 „
8. 3.	22,5 ccm Erbrechen	25 „	25 „
9. 3.	20 ccm	27,5 „ Erbrechen	27,5 „ Erbrechen
	III. Amerikanisches Petroleum „Dapol“:		
11. 3.—13. 3.	10—17,5 ccm steigend	15—22,5 ccm steigend	20—27,5 ccm steigend
14. 3.	20 ccm	25 ccm	30 ccm Erbrechen
15. 3.	22,5 ccm	27,5 „	27,5 ccm
20. 3.	25 „ Endgewicht 7400 g	30 „ Endgewicht 9950 g	— Endgewicht 10400 g

während der Jahre 1890 bis 1902 vorgekommenen Vergiftungen (mit 21 Todesfällen) finden sich zwei mit Petroleum. Der eine Soldat hatte das Bassin einer Lampe, der andere etwa $^1/_4$ Liter Petroleum getrunken; beide Personen erkrankten nur leicht (M. Richter, a. a. O.).

Über Schädigungen durch Einatmung von **Petroleumdämpfen** berichtet **Leidenfrost** (Ein Beitrag zur Kasuistik der Petroleumvergiftung, Diss. Jena 1909). Über **Petroleum-Dermatitis** vergl. **Ullmann** (Arb. a. d. Geb. d. soz. Med. 1912, Heft 2, S. 112).

dem ihnen bereits vorher wiederholt kleinere Mengen russisches Petroleum in den Magen eingegossen worden waren, erneut Petroleumeingießungen gemacht. Das verwendete Petroleum war zunächst amerikanisches (Marke Urania), sodann russisches und schließlich Dapol; es wurde jedesmal mit 100 ccm Wasser vermischt vor dem Füttern den Hunden mit der Schlundsonde eingegossen (Tabelle 6, S. 248).

Innerhalb 55 Tagen war also 39 mal Petroleum in den Magen eingegossen worden; es wurden vertragen vom amerikanischen Petroleum Urania 12—25 ccm, vom amerikanischen Petroleum Dapol 20—27,5 ccm, vom russischen Petroleum 13—27 ccm, d. h. die gleichen Mengen. Wurde die vertragbare Menge überschritten, so stellte sich Erbrechen und bisweilen leichte Diarrhöe ein. Allgemeinvergiftung, insbesondere narkotische Erscheinungen, fehlten, ebenso Zeichen einer Nierenreizung oder Blutveränderung. Das Körpergewicht hatte sich trotz 39 maliger Petroleumeingießung unverändert gehalten.

Vergiftungserscheinungen resorptiver Art fehlten auch in dem Versuch, bei dem einem Hund von 42 kg wiederholt große Mengen Petroleum verabreicht wurden (Tabelle 7).

Tabelle 7. Versuch an einem Hund von 42 kg Körpergewicht mit Eingabe von 50—200 ccm amerikanischem Petroleum (Marke Urania).

Datum	Menge Petroleum mit der Schlundsonde eingegossen	Verhalten des Tieres
24. 1.	120 ccm, unvermischt	Nach 20 Minuten mehrmaliges Erbrechen. Nach weiteren 3 Stunden ist der Hund wieder wie vor der Eingabe.
8. 2.	50 ccm, „	Tier frißt gierig sein Futter.
17. 2.	75 ccm, „	Desgl.
20. 2.	100 ccm, „ (1 Std. nach dem Füttern, nach dem Eingießen einige Stücke rohes Fleisch gereicht)	Keine Wirkung.
21. 2.	150 ccm, unvermischt (1 Std. nach dem Füttern, nach dem Eingießen einige Stücke rohes Fleisch gereicht)	Desgl.
22. 2.	200 ccm, unvermischt (1 Std. nach dem Füttern, nach dem Eingießen einige Stücke rohes Fleisch gereicht)	10 Minuten später läßt das Tier die Ohren hängen, kommt nicht herbei auf Anruf. Speicheln, Nausea, sehr starkes Erbrechen. Am 23. 2. Hund zeigt noch nicht das frühere muntere Verhalten wieder. Am 24. 2. ohne Besonderheiten.

Bei Einspritzung von Petroleum in die Bauchhöhle verendeten Meerschweinchen nach mehreren Tagen ohne charakteristische Vergiftungserscheinungen; die größten einverleibten Mengen betrugen fast 40 ccm auf 1 kg. Nur das russische Petroleum machte leichte Narkose. Die Versuchsdaten sind in der nachstehenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 8. Versuche an Meerschweinchen mit Einführung von Petroleum in die Bauchhöhle.

Gewicht des Tieres g	Menge des in die Bauchhöhle eingespritzten Petroleums ccm	Wirkungen	Tod nach
I. Amerikanisches Petroleum „Urania“ (Einspritzung nachm. 3½ Uhr):			
420	5 ccm (11,9 : 1 kg)	Parese nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden	† am nächsten Morgen 8[45]
470	10 „ (20,1 : 1 „)	Parese nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden	† „ „ Tag nachm. 2[45]
510	20 „ (39,2 : 1 „)	Parese nach Verlauf von 1 bis 2 Stunden	† über Nacht.
II. Russisches Petroleum:			
720	10 ccm (14 : 1 kg)	Leichte Narkose nach 2 Std.; Tiere erweckbar; später somnolent. Tier frißt nicht.	† nach 2—2½ Tagen (Gewicht 610 g)
680	5 „ (7,3 : 1 „)	Wie vorher.	† nach 2—2½ Tagen (Gewicht 620 g)
670	2,5 „ (3,7 : 1 „)	Leichte Mattigkeit	† nach 2½ Tagen (Gewicht 550 g)
620	1 „ (1,6 : 1 „)	„ „	† nach 5—6 Tagen.

Für Kaulquappen, die unter den gleichen Versuchsbedingungen gehalten wurden wie in den Versuchen mit Saprol, erwies sich Petroleum von weit geringerer Giftigkeit als Saprol; jedoch zeigte sich in gleichzeitig angestellten Versuchen das Dapol wirksamer als die Petroleumsorte Urania. Während in mit Dapol überschichtetem Wasser die Kaulquappen nach 1 bis 2 Tagen starben, wenn 10 ccm des Petroleums die Wasserschicht bedeckten, gingen die Quappen erst bei der 3- bis 4fachen Menge (30—40 ccm) des Petroleums Marke Urania ein.

Daphnien, die in Wasser mit 0,1 ccm Saprol starben, blieben unbeeinflußt, wenn die 100fache Menge Dapol- oder Urania-Petroleum (10 ccm) auf die Wasserfläche (200 ccm in einem Glas von 55 mm Durchmesser) geschichtet wurde.

Die im vorstehenden beschriebenen Versuche ergeben folgendes:

1. Der Kresolgehalt eines Desinfektionsmittels läßt sich schnell und sicher im Tierversuch (biologisch) feststellen. Das Saprol enthält Kresole und entfaltet gleich dem Lysol und dem Kreolin Giftwirkungen im Tierversuch nur entsprechend seinem Kresolgehalt.

2. Das Petroleum in den in den Handel kommenden Marken (amerikanisches Petroleum Dapol und Urania, russisches Petroleum) ist ein Stoff von sehr geringer Giftigkeit. Die beobachteten Wirkungen waren bei größeren Mengen örtlich reizende und leicht narkotische.

3. Auf Wassertiere entfaltete wohl das Saprol infolge seines Gehalts an wasserlöslichen Kresolen, nicht aber Petroleum, das wasserlösliche Stoffe nicht enthält, Giftwirkungen.

4. Gegen die Verwendung von Saprol und Petroleum als Mittel zur Überschichtung von Tümpeln, Wasserlachen usw. zum Zweck der Mückenvertilgung lassen sich begründete Bedenken im Interesse des Tierschutzes nicht erheben. Beim Petroleum ergibt sich dies aus dem vorhergehenden Satz, beim Saprol aus der Feststellung, daß eine chronische Kresolvergiftung nicht bekannt ist und kleine Mengen Kresole, mit deren Aufnahme im vorliegenden Fall durch Tiere nur gerechnet werden könnte, wirkungslos sind.

Naturschutz und Mückenbekämpfung.

Versuche über die Einwirkung zur Vernichtung von Mückenlarven dienender Flüssigkeiten auf Wassertiere und Vögel.

Von

Prof. Dr. **A. Schuberg,**

Regierungsrat im Kaiserl. Gesundheitsamt.

Als eine der wirksamsten und wichtigsten Maßnahmen zur Bekämpfung der Stechmücken, die an vielen Orten eine so außerordentliche Plage bilden, hat sich die Vernichtung ihrer im Wasser lebenden Larven und Puppen mit chemischen Mitteln bewährt. Man verwendet hierzu Flüssigkeiten, die spezifisch leichter sind als Wasser und sich deshalb auf dessen Oberfläche ausbreiten. Den Larven und Puppen wird es durch die so gebildete Schicht, auch wenn sie nur sehr dünn ist, unmöglich gemacht, zu atmen, da sie den zur Atmung erforderlichen Sauerstoff nicht wie viele andere Wassertiere — und auch viele im Wasser lebenden Insekten — aus der im Wasser enthaltenen Luft, sondern an der Oberfläche des Wassers, an die sie deshalb immer wieder aufsteigen müssen, unmittelbar aus der atmosphärischen Luft entnehmen. Voraussetzung für den Erfolg ist nur, daß die auf dem Wasser ausgebreitete Flüssigkeit eine vollständig zusammenhängende Schicht bildet und daß diese so lange bestehen bleibt, bis alle Larven und Puppen der Stechmücken erstickt sind. Diesen Bedingungen genügen z. B. Petroleum und Saprol, die schon seit einer Reihe von Jahren an vielen Orten auch bei Ausführung der Mückenbekämpfung in großem Maßstabe sich gut bewährt haben.

Saprol enthält nach den Angaben der Literatur außer Kohlenwasserstoffen einen ziemlich hohen Prozentsatz von Rohkresol, aus welchem lösliche Bestandteile an das Wasser abgegeben werden können. Wenn das Saprol von manchen Seiten bei der Mückenbekämpfung dem Petroleum vorgezogen wird, so verdankt es dies jedoch weniger der Giftwirkung, die auf dieser Abgabe von löslichen Kresolen an das überschichtete Wasser beruht, als dem Umstande, daß es sich leichter und rascher als das Petroleum zu einer gleichmäßig zusammenhängenden Schicht ausbreiten lassen soll.

In den letzten Jahren hat die Industrie noch weitere der Mückenbekämpfung dienende Mittel auf den Markt gebracht, welche, ohne die Giftwirkung des Saprols zu zeigen, die für diesen Zweck nebensächlich und jedenfalls nicht erforder-

lich ist, dessen Vorzug der leichten und gleichmäßigen Ausbreitungsfähigkeit besitzen sollen; zu diesen Mitteln gehören: Phenolfreies Saprol, Larviol A und Larviol B.

Auf Grund der Erfahrungen, die in der Literatur und in verschiedenen, dem Gesundheitsamt zugekommenen Berichten vorlagen, sowie unter Berücksichtigung eigener Versuche, wurde auch in der vom Kaiserl. Gesundheitsamt herausgegebenen Schrift: Die Mückenplage und ihre Bekämpfung[1]), die Überschichtung mit Petroleum, Saprol und ähnlichen Stoffen als eines der Mittel aufgeführt, die unter geeigneten Bedingungen für die Vernichtung der Mückenbrut in Betracht kommen können.

Gegen dieses Verfahren, das schon vor Erscheinen der erwähnten Schrift von verschiedenen Seiten und auch von anderen Behörden empfohlen worden war, erhob sich nun mehrfach Widerspruch aus den Kreisen der Tierliebhaber, des Naturschutzes und besonders des Vogelschutzes.

Schon 1908 schrieb A. Brüning[2]) über das Überschichten von Tümpeln und Teichen mit Petroleum: „Diese Maßregel muß als barbarisch bezeichnet werden gegenüber einer ganz unschädlichen Wasserfauna, denn durch sie werden sämtliche harmlosen und nützlichen Bewohner unserer Tümpel und Teiche getroffen und vernichtet .... Mit dem gleichfalls empfohlenen Saprol verhält es sich ganz ähnlich."

Ebenso klagt K. Guenther[3]), daß vielfach unter den Vernichtungsmaßregeln, die gegen eine Tierart getroffen werden, auch andere zu leiden haben. Wenn man Tümpel mit Petroleum übergieße, um die darin enthaltenen Mücken-(Schnaken-)Larven zu töten, so werde dadurch das ganze Leben des Wassers vernichtet. Wollte man diese letztere Maßregel überall durchführen, so würde das eine ganz entsetzliche Verödung unserer Tier- und Pflanzenwelt bedeuten.

Mit besonderer Heftigkeit aber wandte sich der II. Deutsche Vogelschutztag, der vom 11. bis 13. Mai 1911 in Stuttgart tagte, gegen die Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln zum Zwecke der Mückenbekämpfung, indem er folgenden Beschluß faßte:

„Der II. Deutsche Vogelschutztag nimmt mit Entrüstung Kenntnis von dem Plane, in einzelnen Regierungsbezirken die fischfreien Tümpel zum Zweck der Bekämpfung der Stechmückenplage von Zeit zu Zeit mit einer Schicht von Petroleum zu bedecken oder mit Saprol zu vergiften. Er protestiert aufs entschiedenste gegen die Durchführung dieser Maßregel, die biologisch die größten Gefahren in sich birgt, da sie nicht nur Säugetieren, Vögeln und Reptilien notwendige Trinkstellen und den Amphibien die Laichplätze entzieht, sondern auch die gesamte niedere Fauna und die gesamte Unterwasserflora unserer Tümpel restlos vernichtet."

In einer weiteren Kundgebung, die von dem Vorsitzenden jener Versammlung, Privatdozenten Dr. Guenther in Freiburg i. Br., dem Verfasser des bereits erwähnten Buches über den Naturschutz, unterzeichnet ist, ist noch Folgendes ausgeführt:

---

[1]) Berlin (J. Springer) 1911.

[2]) Brüning, A., Beitrag zum Kapitel „Mückenvertilgung". In: Blätter für Aquarien- und Terrarienkunde, Jahrg. XIX, 12. Mai 1998, S. 222. — Diese Äußerung sei nur als Beispiel angeführt; es war natürlich nicht möglich und auch nicht erforderlich, die ganze Liebhaberliteratur auf ähnliche Äußerungen durchzusehen.

[3]) Konr. Guenther, Der Naturschutz. Freiburg i. B. 1910.

„Das Übergießen von Wasserflächen mit Saprol oder Petroleum ist allerdings eine Maßregel, die unersetzlichen Schaden zur Folge hat.

Was zunächst Saprol anbelangt, so ist von der Anwendung dieses scharfen Giftes überhaupt und unbedingt abzuraten. Wie ausführliche Versuche der Senckenbergischen Gesellschaft nachgewiesen haben, tötet Saprol selbst in schwacher Lösung auch alle höheren Tiere, die nur ihre Zunge damit benetzen, in kurzer Zeit unter schweren Qualen. Saprolisierte Wasserplätze würden also z. B. zahlreiche Vögel, die zur Tränke kommen, vernichten.

Aber auch mit Petroleum sollten nur Jauchegruben, Pfützen und ähnliche Wasseransammlungen übergossen werden, nicht aber Teiche und Tümpel, die außer der Schnaken-(Stechmücken)brut anderes tierische Leben enthalten. Denn auch dieses würde getötet und damit die Natur in ihrem Reichtum und ihrer Fülle des Interessanten geschädigt werden. Dazu kommt, daß in Teichen, die mit Fischen, Molchen und Wasserinsekten besetzt sind, die alle die natürlichen Feinde der Schnakenbrut sind, diese nicht aufkommt. Solche Gewässer sind sogar geradezu Fallen für die Schnaken, denn diese legen hier ihre Eier ab, die gefressen werden, wenn nicht die Tiere selbst schon bei der Eiablage von den Fröschen usw. gefangen werden. Werden aber die Teiche durch Petrolisierung verdorben, so kommen die Schnaken nicht mehr zu ihnen, sondern legen ihre Eier in kleinsten Wasserlachen ab, in denen sich die Brut ungestört entwickeln kann, da hier die Feinde fehlen. Diese Lachen kann aber der Mensch unmöglich alle begießen.

Eine wichtige Maßregel gegen die Schnaken ist ferner ein Schutz der Vögel, vor allem auch der Wildenten, die haufenweise die Schnakenbrut vertilgen.“

Diese Kundgebung wurde zusammen mit dem Beschluß des Vogelschutztages an zahlreiche Behörden gerichtet; gleichzeitig wurde die Bitte damit verbunden, dem Saprolisieren und Petrolisieren der Teiche und Tümpel Halt zu gebieten. An verschiedenen Orten ist daraufhin die Behandlung von Mückenbrutplätzen mit chemischen Mitteln im Hinblick auf den erwähnten Einspruch, der mit solcher Bestimmtheit erhoben wurde, eingestellt worden.

Im gleichen Sinne wie jene Kundgebung des II. Deutschen Vogelschutztages ist ein Aufsatz gehalten, den Paul König in Bonn in der Süddeutschen Apotheker-Zeitung (II. Jahrgang, Nr. 55, 7. Juli 1911) veröffentlicht hat. König äußert sich im Anschluß an die Erklärung des Vogelschutztages wie folgt:

„Durch die besagte Behandlung der natürlichen stehenden Gewässer wird durchaus nicht das Aussterben der Stechmücken erreicht werden. Es finden sich kleinere Wasserstellen genug, in welchen die Schnakeneier und -larven sich ungestört entwickeln können. Wie aber steht es mit der gesamten höheren und niederen Tümpel- und Sumpffauna und -flora, mit den natürlichen Feinden der Stechmücken, wenn man alles Leben dieser Gewässer durch Petroleum oder Saprol unterdrücken wollte? Ich setze als anerkannt voraus, daß die natürlichen Feinde der Stechmücken weit mehr in der Bekämpfung der Schnaken zu leisten vermögen, als der Mensch mit seinen kleinen Mitteln, denn „klein“ werden diese Mittel genannt werden müssen, wenn man sich das mächtige Naturganze vorstellt. Also angenommen, das ganze reiche Leben der

Tümpel sei zerstört und ausgelöscht worden — nach einem Jahre oder auch später würden die Stechmücken sicherlich in einer um so größeren Zahl anrücken und um so unangenehmer ihr Wesen treiben. Ihre Ausrottung würde um so schwerer gelingen, da nun fast alle natürlichen Feinde fehlen würden. Der Mensch wäre lediglich auf seine kleinen Mittel (und sollten diese selbst in sog. Radikalkuren bestehen) angewiesen!

Aber selbst, wenn es da und dort gelingen sollte, der Mückenplage für einige Zeit Herr zu werden — man wird sich dann zum Schluß das wenig gute Zeugnis ausstellen dürfen, einen Beitrag zur Zerstörung der Natur, zur Verödung der Heimat geliefert zu haben."

Wie schon oben erwähnt ist, enthält Saprol einen ziemlich erheblichen Prozentsatz von Kresolen, die zum Teil wasserlöslich sind und deshalb an das Wasser abgegeben werden können. Es war daher von vornherein zu erwarten gewesen, daß das Saprol nicht nur Tiere, die, wie die Mückenbrut, zur Atmung an die Wasseroberfläche kommen müssen, vernichten, sondern auch andere Tiere durch seine Giftwirkung zu töten oder wenigstens zu schädigen imstande sein werde.

Obwohl nun die Mückenbekämpfung selbst, bei planvoller und erfolgreicher Ausführung, in wirtschaftlicher Hinsicht von großer Bedeutung sein kann, muß doch bei der Auswahl der Mittel, mit denen gearbeitet werden soll, zunächst stets geprüft werden, ob hierdurch nicht andere wirtschaftliche Werte beeinträchtigt werden können. Bei Behandlung von Gewässern mit chemischen Mitteln ist daher auch darauf Bedacht zu nehmen, daß in ihnen enthaltene, einen wirtschaftlichen Wert darstellende Fische nicht geschädigt werden.

Da bekannt ist, daß Fische schon durch sehr geringe Mengen von Teer Schaden erleiden[1]), so erhellt daraus, daß Saprol, das gerade die für Tiere giftig wirkenden Bestandteile des Teers in besonderer Menge enthält[2]), auf fischhaltigen Gewässern nicht ohne Nachteil wird angewendet werden können. Aber auch vom Petroleum soll nach Äußerung von Fischerei-Sachverständigen eine Schädigung von Fischen zu befürchten sein. In der Denkschrift des Gesundheitsamts über die Mückenplage ist daher ausdrücklich betont, daß bei Anwendung von Saprol auf fischhaltigen Gewässern mit einer Schädigung des Fischbestandes gerechnet werden müsse, und daß die Anwendung von Petroleum ebenfalls nicht unbedenklich sei.

Dafür, daß andere, wirtschaftlich wichtige Tiere durch die Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln eine nennenswerte Schädigung erfahren könnten, lagen Anhaltspunkte bisher nicht vor. Trotzdem ist übrigens in der genannten Schrift ausdrücklich darauf aufmerksam gemacht, daß diese Behandlung der Gewässer keineswegs das einzige Mittel zur Bekämpfung der Mückenlarven darstellt. Es ist auch ohne weiteres klar, daß schon die natürliche Beschaffenheit wie die etwaige

---

[1]) Vergl. z. B. W. Hein, Über die Wirkungen des Steinkohlenteers auf Fische und einige Wirbellose. In: Ber. Kgl. Bayer. Biolog. Versuchsstation in München, Band 1, 1908.

[2]) Vergl. unten S. 258 u. 275).

wirtschaftliche Benützung der Gewässer die Anwendbarkeit chemischer Mittel erheblich begrenzen. Auf diese Einschränkungen, wie sie, außer für Fischereigewässer, für das zu Nutzzwecken angesammelte Wasser gelten, ist in der erwähnten Denkschrift über die Mückenplage ausdrücklich hingewiesen (1. Ausgabe S. 18 u. 19); außerdem ist dort betont, daß sich erst nach entsprechenden Untersuchungen und Besichtigungen entscheiden lassen werde, welche der empfohlenen Maßnahmen jeweils angebracht sind, ob die als Mückenbrutplätze gefürchteten Gewässer durch Zuschütten oder Ableiten unschädlich gemacht werden sollen, ob die Entstehung von Brutplätzen durch Aufschüttungen verhindert werden kann, ob vorhandene Wasserflächen mit Petroleum, Saprol oder andern derartigen Mitteln zu behandeln sind, oder ob das Einsetzen von Fischen oder sonstige Maßnahmen den Vorzug verdienen (1. Ausg. S. 27). Eine unterschiedslose Behandlung aller Gewässer mit chemischen Mitteln würde also den vom Gesundheitsamte angegebenen, bei der Mückenbekämpfung zu beachtenden Gesichtspunkten nicht entsprechen.

In der 2. und 3. Ausgabe der Denkschrift über die Mückenplage wurde noch nachdrücklicher als in der 1. Ausgabe hervorgehoben, daß die Behandlung mit chemischen Mitteln nur für eine gewisse Anzahl von Gewässern in Betracht kommt (2. Ausg., S. 19, 3. Ausg., S. 18). Es wurde ferner auf die Bedenken, welche dies Verfahren bei irgendwie wirtschaftlich benützten Gewässern haben kann, noch ausführlicher hingewiesen und besonders betont, daß es zu den Aufgaben der örtlichen Leitung der Mückenbekämpfung gehöre, zu erwägen und zu prüfen, ob die in Aussicht zu nehmenden Maßnahmen nicht etwa den Interessen der Fischerei, Forstwirtschaft oder Landwirtschaft widersprechen (2. u. 3. Ausg., S. 28).

In ähnlicher Weise ist auch in den meisten andern, von Behörden erlassenen oder von privater Seite herausgegebenen Anweisungen auf die im Interesse der Fischerei, der Landwirtschaft usw. notwendigen Einschränkungen bei der Behandlung von Gewässern mit chemischen Mitteln aufmerksam gemacht, und überall ist auch auf die anderen zur Bekämpfung der Mückenbrut sonst noch in Betracht kommenden Maßnahmen hingewiesen.

Obwohl somit im Falle der Beachtung dieser Ausführungen und Anweisungen die Behandlung von Gewässern mit chemischen Mitteln nennenswerte Schädigungen nicht im Gefolge haben kann, und obwohl die vorliegenden pharmakologischen und toxikologischen Erfahrungen über die Wirkung von Petroleum und Kresolen nicht dafür sprechen, daß Vögel und Säugetiere infolge der Aufnahme vorschriftsmäßig petrolisierten oder saprolisierten Wassers erkranken oder gar verenden können, erschien es doch geboten, die mit so großer Bestimmtheit in der Erklärung des Deutschen Vogelschutztages vorgebrachten Angaben zu prüfen, zumal diese den Eindruck erwecken, daß sie sich auf besondere Erfahrungen gründen, und sich auf ausführliche Versuche der Senckenbergischen Gesellschaft berufen. Eine unbefangene erneute Untersuchung der Frage, ob im besonderen Vögel durch die im Interesse der Mückenbekämpfung getroffenen Maßnahmen geschädigt werden, konnte überdies für die Mückenbekämpfung selbst nur von Wert sein, da es wohl keinem Zweifel unterliegt, daß manche Vögel hierbei recht wirksame Hilfe leisten, und da deshalb der auch aus anderen Gründen

notwendige Vogelschutz für die Bekämpfung der Mücken nur erwünscht und erstrebenswert ist[1]).

Ein sicheres Urteil über die Berechtigung oder Nichtberechtigung der gegen die Petrolisierung und Saprolisierung von Gewässern vorgebrachten Bedenken läßt sich natürlich nur auf Grund sorgfältiger, planmäßig angestellter Versuche gewinnen. Diesem Zwecke verdanken die nachstehend mitgeteilten Versuche ihre Entstehung. Über einige schon früher angestellte mehr orientierende Versuche darf hier hinweggegangen werden.

Daß die Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln außer für die Mückenbrut in manchen Fällen auch für andere Tiere nachteilig sein kann, stand, wie schon erwähnt, fest — mit Rücksicht hierauf ist von einer wahllosen Anwendung dieser Mittel abgeraten worden —; Aufgabe der angestellten Versuche war daher nur zu prüfen, welche Tiere und in welchem Grade die in Frage kommenden Tiere geschädigt werden. Auf Grund der gewonnenen Erfahrungen läßt sich dann beurteilen, ob durch die Anwendung jener Mittel auch in denjenigen Fällen, in denen sie bisher als unbedenklich angesehen wurde, berechtigte Interessen wirtschaftlicher Art oder solche des Natur- und Heimatschutzes beeinträchtigt werden.

Die Tiere, die bei der Mückenbekämpfung durch die Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln geschädigt werden könnten, lassen sich in zwei Gruppen teilen:

1. Wassertiere, d. h. im Wasser selbst lebende Tiere, und
2. Vögel und Säugetiere, die das Wasser zum Trinken aufnehmen[2]).

Meine eigenen Versuche erstreckten sich auf Wassertiere und Vögel. An Säugetieren hat Herr Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Rost gleichzeitig Versuche angestellt, über die in der oben auf S. 240 ff. abgedruckten Abhandlung berichtet ist.

I. Wassertiere.

Von den ungemein zahlreichen Formen der einheimischen Süßwasserfauna konnten natürlich nur einzelne Vertreter zu den Versuchen herangezogen werden. Selbstverständlich mußten es solche sein, die mit den Larven von Stechmücken zusammen vorkommen können, also vor allem Bewohner kleinerer stehender Wasseransammlungen. Tiere, die ausschließlich in fließenden Gewässern oder in größeren und tieferen Seen leben, bei denen eine Überschichtung mit chemischen Mitteln zum Zwecke der Mückenbekämpfung ausgeschlossen ist, brauchen bei solchen Versuchen nicht berücksichtigt zu werden. Ich beschränkte mich auf einzelne Formen von niederen Krebsen, Wassermilben, Insekten, Schnecken und Amphibienlarven. Sie stammten ausnahmslos aus den auf dem Gelände des Kaiserl. Gesundheitsamtes in Dahlem liegenden Ver-

[1]) Vergl. Die Mückenplage usw., 1. Ausg., S. 22.

[2]) Von einheimischen Reptilien kämen unter dieser Gruppe höchstens die Eidechsen in Betracht. Da diese jedoch zur Befriedigung ihres Trinkbedürfnisses mit Vorliebe Tau- und Regentropfen aufnehmen, sind sie nicht auf die Gewässer angewiesen, die bei der Mückenbekämpfung mit chemischen Mitteln überschichtet zu werden pflegen.

suchsteichen und -Becken, in denen im Sommer in der Regel auch einige Larven von Stechmücken gefunden werden[1]).

Von ausführlichen Versuchen an Fischen wurde abgesehen, da von der Anwendung der Überschichtung von Fischgewässern allgemein und auch, wie schon oben erwähnt (S. 255), in der Denkschrift des Kaiserl. Gesundheitsamtes über die Mückenplage abgeraten worden war. Überdies kann nach den vorliegenden Literaturangaben wohl ohne weiteres angenommen werden, daß namentlich Saprol für die Fische nachteilig sein muß.

Da das im Saprol enthaltene Rohkresol aus dem Steinkohlenteer gewonnen wird, so darf wohl vermutet werden, daß es an den schädlichen Wirkungen, die dieser für Fische hat, nicht unbeteiligt sein wird. Über die Schädlichkeit des Steinkohlenteers auf Fische verdanken wir aber Hein ziemlich ausführliche Angaben, wie schon oben (S. 255) kurz erwähnt wurde.

Wenn es auch somit als außerhalb der Aufgaben der vorliegenden Untersuchungen liegend betrachtet wurde, besondere Versuche an Fischen anzustellen, so soll doch ein gelegentlich und mehr zur eigenen Orientierung ausgeführter Versuch nicht unerwähnt bleiben.

A. Versuche.

Da bisher noch so gut wie keine genaueren Versuche vorliegen, so soll über die hier angestellten Versuche unter Angabe aller zu ihrer Beurteilung erforderlichen Verhältnisse berichtet werden.

Alle gleichzeitig und unter den gleichen äußeren Bedingungen (Temperatur, Belichtung usw.) angestellten Versuche wurden unter einer mit römischer Ziffer bezeichneten Nummer zusammengefaßt; jede dieser Versuchsreihen erhielt eine besondere Kontrolle.

Zur Aufnahme der Tiere bei den Versuchen dienten folgende Behälter:

1. Zylindrische Glasgefäße (Rattengläser) von etwa 20 cm Höhe und 14—15 cm Durchmesser; sie wurden in der Regel mit ungefähr zwei Liter Wasser gefüllt, was eine Wassertiefe von ca. 12,5 cm ergab. Die Wasseroberfläche in einem solchen Glase beträgt ca. 154—177 qcm. Bei der Mückenbekämpfung verwendet man in der Regel auf 1 qm Wasseroberfläche 15—20 ccm Petroleum, Saprol oder dergl. Wählt man die für die Versuchstiere ungünstigsten Verhältnisse, d. h. den kleineren Durchmesser von 14 cm und die größere Menge von Petroleum usw. (20 ccm), so muß die Wasseroberfläche in einem solchen Versuchsglas mit etwa 0,3 ccm der betreffenden Flüssigkeit überschichtet werden, um eine Schicht zu erhalten, die der bei der praktischen Mückenbekämpfung üblichen entspricht.

2. Zylindrische Glasgefäße (große Rattengläser) von 30 cm Höhe und 30 cm Durchmesser. Sie wurden mit etwa 17 Liter Wasser gefüllt, was eine

---

[1]) In den auf dem genannten Gelände des Kaiserl. Gesundheitsamtes stehenden Gebäuden werden seit einigen Jahren im November und Februar alle Keller und sonst in Betracht kommenden Räume auf das Vorkommen von Mücken durchgesehen und erforderlichen Falles von diesen gesäubert, wobei gleichzeitig verschiedene Verfahren der Winterbekämpfung geprüft werden. Die Zahl der Mückenlarven in den Teichen ist seitdem erheblich zurückgegangen.

Wassertiefe von ca. 25 cm ergibt. Die Oberfläche von 707 qcm erforderte eine Überschichtung mit etwa 1,4 ccm.

3. Große Aquarien von 52×82 cm Oberfläche bei einer Wassertiefe von etwa 45 cm. Bei einer Oberfläche von 4264 qcm ist zur Erzeugung der bei der Mückenbekämpfung üblichen Schicht die Menge von etwa 8,5 ccm notwendig.

4. Zementbecken im Garten von 3×6 m Oberfläche. Wassertiefe 80 cm. Die Seitenwände sind abgeschrägt, so daß die Bodenfläche kleiner ist als die Oberfläche. Die Wasseroberfläche von 18 qm erfordert zur Überschichtung die Menge von 360 ccm.

a) Arthropoden.

Von niederen Krebsen wurden zu den Versuchen *Diaptomus* und *Daphniden* benützt, von Insekten: *Libellulidenlarven (Libellula, Agrion)*, *Ephemeridenlarven*, *Wasserwanzen (Notonecta)*, *Larven von Corethra (Sayomyia) und Chironomiden*, *Wasserkäfer (Dytiscus, Acilius)*; gelegentlich kamen auch einige Wassermilben zur Verwendung. Auf eine genaue Bestimmung der Arten wurde verzichtet, da diese ohne weiteres als nebensächlich bezeichnet werden kann.

Einige gelegentlichen Beobachtungen an Protozoen, Rhabdocölen, Rädertieren und Oligochäten sollen an dieser Stelle angeführt werden.

I. (1—3).

1.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; Wassertiefe 16,5 cm.
Versuchstiere: *Daphniden*, *Corethralarven*, *Ephemeridenlarven*, *Wasserwanzen*, *Wassermilben*.
Behandlung: keine (Kontrollversuch).
Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen alle tot; alle andern Tiere nach 9 Tagen noch am Leben.

2.

Versuchsgefäß: wie bei 1. Wassertiefe 16,0 cm.
Versuchstiere: wie bei 1.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Saprol.
Ergebnis: *Daphniden* und *Wasserwanzen* nach 1 Tage, alle andern Tiere nach 2 Tagen tot.

3.

Versuchsgefäß: wie bei 1. Wassertiefe 12,5 cm.
Versuchstiere: wie bei 1; ohne *Wasserwanzen*.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Petroleum.
Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen alle tot; alle andern Tiere nach 9 Tagen noch lebend.

Bemerkungen:

In dem unbehandelten Glase lagen schon nach 1 Tage viele *Daphniden* matt am Grunde, einige wenige wurden auch schon tot gefunden; nach 2 Tagen waren noch mehr gestorben, am Tage darauf waren alle verendet. Es zeigt sich also, daß die *Daphniden* unter den gegebenen Bedingungen des Versuchs sich auch ohne Überschichtung nicht lange lebend erhalten lassen. Bei Überschichtung mit Petroleum beobachtet man im wesentlichen das gleiche Verhalten, jedoch mit dem Unterschied, daß vom 2. Tage ab viele Tiere an der Oberfläche hängend gefunden wurden; die Tiere sind anscheinend an der Petroleumschicht hängen geblieben, es dringt dann Luft unter die Schale, vermutlich infolge der Bemühungen der Tiere, von der Schicht loszukommen. Sie werden also durch das Petroleum an sich offenbar nicht geschädigt. In dem Saprolglase dagegen lagen die *Daphniden* schon nach 10 Minuten alle am Grunde, viele

bewegungslos, manche noch zuckend; am nächsten Tage wurden alle tot gefnnden. Auch die *Wanzen (Notonecta)* liegen nach 10 Minuten schon alle tot an der Wasseroberfläche. Die andern Tiere waren nach 1 Tag noch teilweise lebend und erst am Tage darauf waren alle verendet.

II. (4—7.)

4.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; Wassertiefe 15,5 cm.
Versuchstiere: *Diaptomus.*
Behandlung: keine (Kontrollversuch).
Ergebnis: nach 7 Tagen noch alle Tiere am Leben.

5.

Versnchsgefäß: wie bei 4; Wassertiefe 15,5 cm.
Versuchstiere: wie bei 4.
Behandlung: überschichtet mit 0,5 ccm Petroleum.
Ergebnis: nach 7 Tagen noch alle Tiere am Leben.

6.

Versuchsgefäß: wie bei 4; Wassertiefe 17,0 cm.
Versuchstiere: wie bei 4.
Behandlung: überschichtet mit 3,0 ccm Petroleum.
Ergebnis: nach 7 Tagen noch viele Tiere am Leben.

7.

Versuchsgefäß: wie bei 4; Wassertiefe 14,7 cm.
Versuchstiere: wie bei 4.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Saprol.
Ergebnis: nach 1 Tag alle Tiere tot.

Bemerkungen.

In dem mit 0,5 ccm Petroleum überschichteten Glase (5) war die Schicht nach 2 Tagen noch geschlossen; am 3. Tage war sie etwas durchlöchert, nach 5 Tagen ziemlich zerrissen, doch war noch deutlicher Petroleumgeruch wahrzunehmen. Das Wasser war trüb geworden, die Tiere blieben aber trotzdem bis zur Beendigung des Versnchs am Leben.

In dem mit 3,0 ccm Petroleum überschichteten Glase (6) blieb die Schicht bis zum Schluß des Versnchs geschlossen; vom 5. Tage ab war auch hier das Wasser getrübt. In den ersten Tagen namentlich hielten sich die Tiere hier etwas tiefer als in 4 und 5; nach 5 Tagen hatten sie sich zum Teil noch etwas mehr nach unten gezogen, auch einzelne tote wurden gefunden, doch blieben bis zum Schluß des Versuchs noch sehr viele am Leben. Am Grunde des Glases zwischen den toten Tieren fanden sich verschiedene kleinere *Holotrichen.*

III. (8—10.)

8.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; Wassertiefe 15 cm.
Versuchstiere: *Daphniden, Corethralarven, Ephemeridenlarven, Wassermilben.*
Behandlung: keine (Kontrollversuch).
Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen alle tot; alle andern Tiere nach 9 Tagen noch am Leben.

9.

Versuchsgefäß: wie bei 8; Wassertiefe 15 cm.
Versuchstiere: wie bei 8.
Behandlung: überschichtet mit 0,6 ccm Saprol.
Ergebnis: *Daphniden* nach 1 Tag, alle andern Tiere nach 2 Tagen tot.

10.

Versuchsgefäß: wie bei 8; Wassertiefe 15 cm.

Versuchstiere: wie bei 8.

Behandlung: überschichtet mit 0,6 ccm Petroleum.

Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen alle tot, alle andern Tiere nach 9 Tagen noch lebend.

Bemerkungen.

Die *Daphniden* verhielten sich in dem Petroleumglas (10) und im Kontrollversuch (8) wie bei Versuch I. Im Saprolversuch (9) waren die *Daphniden* schon nach 10 Minuten größtenteils tot; die *Corethra-* und *Ephemeridenlarven* waren nach 1 Tag zum Teil noch beweglich, doch waren sie sichtbar am Absterben. Nach 2 Tagen waren alle Tiere tot.

IV. (11—14.)

11.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; Wassertiefe 12,5 cm.

Versuchstiere: *Daphniden, Corethralarven, Ephemeridenlarven, Wassermilben.*

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen fast alle, nach 4 Tagen alle tot; alle andern Tiere nach 10 Tagen noch lebend.

12.

Versuchsgefäß: wie bei 11; Wassertiefe 12,5 cm.

Versuchstiere: wie bei 11.

Behandlung: überschichtet mit 0,5 ccm Petroleum.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen alle tot; alle andern Tiere noch nach 10 Tagen am Leben.

13.

Versuchsgefäß: wie bei 11; Wassertiefe 14,5 cm.

Versuchstiere: wie bei 11.

Behandlung: überschichtet mit 3,0 ccm Petroleum.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen alle tot; alle andern Tiere nach 10 Tagen noch am Leben.

14.

Versuchsgefäß: wie bei 11; Wassertiefe 16,0 cm.

Versuchstiere: wie bei 11.

Behandlung: überschichtet mit 15,0 ccm Petroleum.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot; alle andern Tiere nach 10 Tagen noch am Leben.

Bemerkungen.

Die *Daphniden* verhalten sich in Versuch 12—14 im allgemeinen wie bei Versuch 3 und 10, mit dem Unterschiede, daß in den letztgenannten Versuchen 1 Tag länger noch lebende Tiere angetroffen wurden.

Bei Versuch 12 war nach 6 Tagen das Petroleum so weit verschwunden, daß es durch den Geruch noch kaum wahrzunehmen war. Dagegen befand sich bei Versuch 13 am gleichen Tage an der Oberfläche eine dicke, zusammenhängende trübe Schicht, die aus einer großen Masse von Bakterien, die sich offenbar um die toten *Daphniden* herum entwickelt hatten, und aus Petroleum bestand. Taucht man einen Glasstab ein, so schließt sich nach dem Herausziehen die Schicht sofort wieder zusammen. Eine Probe, die durch Abheben eines Deckgläschens entnommen wurde, zeigte nicht nur, daß das Petroleum noch in sehr großen Mengen vorhanden ist, sondern daß zwischen den Öltropfen und den Bakterien eine große Menge von *Protozoen* und zahlreiche *Rädertiere* leben. Massenhaft vorhanden ist eine *Amoebe* vom *limax*-Typus, daneben mehrere Arten von *Flagellaten*, besonders *Monadinen* und *Haematococcus pluvialis*, der in dem Becken, aus dem die Kultur stammte, sehr häufig war, ferner *Stylonychien, Vorticellen*, mehrere *Holotrichen*. Unter diesen fiel an dem in Menge vorhandenen *Paramaecium putrinum* auf, daß zahlreiche Vakuolen anscheinend mit Petroleumtropfen erfüllt waren — gewiß der beste Beweis, daß Petroleum an

sich nicht giftig sein kann! Nach 11 Tagen, von Beginn an gerechnet, war die eben erwähnte Oberflächenschicht nahezu verschwunden und auch ein Geruch nach Petroleum kaum mehr zu bemerken. Am Grunde des Glases hatte sich eine Detritusschicht gebildet, die am 6. Tage ähnliche Tiere wie die Oberflächenschicht enthielt, außerdem einige kleine *Heliozoen* und *Suctorien*.

Bei Versuch 14 bildete das Petroleum noch am 6. Tage eine klare zusammenhängende Schicht; am Grunde waren auch hier *Haematococcus*, sowie verschiedene andere Protozoen vorhanden. Am 11. Tage war die Schicht ähnlich geworden wie bei Versuch 13 am 6. Tage und enthielt ein ähnliches Tierleben wie jene.

V. (15—19.)

15.

Versuchsgefäß: Ratteuglas von 14 cm Durchmesser; 2 Liter Teichwasser eingefüllt.

Versuchstiere: *Daphniden*, *Corethralarven* und *Ephemeridenlarven*.

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: *Daphniden* nach 4 Tagen zum Teil tot; nach 6 Tagen nur kleine *Daphniden* lebend, die allmählich verschwinden. Nach 24 Tagen beginnen sich wieder kleine *Daphniden* zu zeigen, die offenbar aus Danereiern, die in dem Versuchsgefäß frei geworden waren, stammten. Die *Ephemeriden-* und *Corethralarven* blieben die ganze Zeit hindurch am Leben.

16.

Versuchsgefäß: wie bei 15; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 15.

Behandlung: überschichtet mit 0,04 ccm Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot. *Corethralarven* nach 6, *Ephemeridenlarven* nach 9 Tagen tot. Nach 24 Tagen haben sich sehr viele *Fadenalgen* entwickelt, ebenso *Infusorien* und zahlreiche *Amoeben*.

17.

Versuchsgefäß: wie bei 15; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 15.

Behandlung: überschichtet mit 0,03 ccm Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot. *Corethra-* und *Ephemeridenlarven* nach 6 Tagen noch teilweise lebend, nach 9 Tagen alle tot. Nach 18 Tagen treten *Fadenalgen* auf, die nach 24 Tagen kräftig entwickelt sind, ebenso *Oscillarien*, *Diatomeen* und *Infusorien*.

18.

Versuchsgefäß: wie bei 15; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 15.

Behandlung: überschichtet mit 0,02 ccm Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2, *Ephemeriden-* und *Corethralarven* nach 6 Tagen tot. Nach 18 Tagen treten *Fadenalgen* auf. Nach 24 Tagen sind wieder junge, anscheinend aus Dauereiern entwickelte *Daphniden* vorhanden, nach 27 Tagen zahlreich, ebenso *Infusorien* und *Amöben*.

19.

Versuchsgefäß: wie bei 15; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 15.

Behandlung: überschichtet mit 0,01 ccm Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 3 Tagen tot; *Corethra-* und *Ephemeridenlarven* nach 6 Tagen noch lebend, letztere auch noch nach 24 Tagen; zur gleichen Zeit sind auch wieder junge *Daphniden* vorhanden, ebenso viele *Fadenalgen*, *Infusorien* und *Räderliere*.

Bemerkungen.

Daß die zu dem Versuch benützten *Daphniden* zum Teil Dauereier besaßen, war schon bei Beginn des Versuchs festgestellt worden; es kann daher mit Sicherheit gesagt werden, daß die später beobachteten jungen Tiere sich aus diesen entwickelt hatten. Die Angabe „nach 24 Tagen" (bei Versuch 15, 18 und 19) ist so zu verstehen, daß die jungen Tiere an diesem Tage zum ersten Male beobachtet wurden; die Gläser wurden jedoch zu dieser Zeit, da der eigentliche Versuch

abgeschlossen war, nicht mehr täglich genau nachgesehen. Die Neuentwicklung der *Daphniden* kann also in einem oder dem andern Glase auch schon etwas früher eingesetzt haben, jedoch nicht vor dem 18. Tage, da an diesem genaue Aufzeichnungen gemacht wurden.

VI. (20—25.)

20.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; 2 Liter Teichwasser eingefüllt.

Versuchstiere: *Daphniden* und *Diaptomus*.

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: Nach 4 Tagen nur noch einzelne *Daphniden* lebend. *Diaptomus* hält sich bis zum 8. Tage fast unverändert; am 12. Tage finden sich am Grunde des Glases zahlreiche tote Tiere, es sind aber auch noch sehr viele am Leben. Auch nach 30 Tagen finden sich noch einzelne lebende Tiere.

21.

Versuchsgefäß: wie bei 20; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 20.

Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Petroleum.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot; *Diaptomus* am 8. Tage noch meist lebend. Am 12. Tage finden sich wie bei a am Grunde zahlreiche tote Tiere, es sind aber auch noch viele am Leben. Auch nach 30 Tagen finden sich noch einzelne lebende Tiere.

22.

Versuchsgefäß: wie bei 20; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 20.

Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 1 Tag, *Diaptomus* nach 2 Tagen alle tot.

23.

Versuchsgefäß: wie bei 20; 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 20.

Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm phenolfreiem Saprol.

Ergebnis: *Daphniden* nach 1 Tag, *Diaptomus* nach 2 Tagen alle tot.

24.

Versuchsgefäß: wie bei 20, 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 20.

Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Larviol A.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot; von *Diaptomus* finden sich am Grund einzelne tote; nach 6 Tagen alle verendet.

25.

Versuchsgefäß: wie bei 20, 2 Liter Teichwasser.

Versuchstiere: wie bei 20.

Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Larviol B.

Ergebnis: *Daphniden* nach 2 Tagen tot. Von *Diaptomus* finden sich am 3. Tage einzelne tote; am 8. Tage sind noch immer einzelne lebende vorhanden. Am 12. Tage sind alle tot.

VII. (26—27.)

26.

Versuchsgefäß: Großes Aquarium von 82 × 52 cm Oberfläche. Wassertiefe 46 cm.

Versuchstiere: *Wasserwanzen (Notonecta)*, *Libellulidenlarven* (meistens *Libellula*), *Wasserkäfer (Dytiscus, Acilius)*, *Ephemeridenlarven*, *Corethra*- und *Chironomidenlarven*, *Daphniden*, *Diaptomus*, *Naiden*, *Chaetogaster*, *Rotatorien*, *Rhabdocoeliden* und zahlreiche andere, in dem in das Aquarium eingebrachten Wassermoos und in den *Algen* sich aufhaltende mikroskopische Tiere.

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: Bis zum 7. Tage, an dem der Versuch beendet wurde, waren keine Verluste an Tieren zu bemerken.

27.

Versuchsgefäß: wie bei 26.

Versuchstiere: wie bei 26.

Behandlung: überschichtet mit 10,0 ccm Petroleum.

Ergebnis: Nach 1 Tag sind die meisten *Wasserwanzen* und *Wasserkäfer* tot. Nach 7 Tagen wurden noch lebend gefunden: 1 *Wasserwanze*, alle *Libellulidenlarven*, sowie sämtliche anderen bei Versuch 26 aufgezählten Tierformen.

VIII. (28.)

Versuchsgefäß: Zementbecken im Garten. Oberfläche 3 × 6 m. Wassertiefe 80 cm. Wände abgeschrägt, so daß die Bodenfläche kleiner ist als die Oberfläche.

Versuchstiere: Das Bassin enthält u. a. *Daphniden, Diaptomus*, Larven von *Corethra, Chironomiden, Ephemeriden* und *Libelluliden*, ferner *Wasserwanzen (Notonecta), Wasserkäfer (Acilius), Wassermilben.*

Behandlung: überschichtet mit 360 ccm Saprol.

Ergebnis: Die *Wasserwanzen* suchen alsbald nach der Ausbreitung des Saprols auf der Wasseroberfläche zu entkommen. Nach 1 Tag finden sich am Rande des Beckens eine Anzahl *Wanzen*, noch lebend, aber zum Teil etwas matt; sie sind von Saprol befeuchtet. Im Wasser sind noch lebende *Wanzen* sichtbar. Am Abend des ersten Tages nach dem Versuch trat stärkerer Regenfall ein. Am dritten Tag nach dem Versuche sind am Rande des Beckens keine *Wanzen* mehr zu finden. Es ist nicht zu entscheiden, ob sie in die nur wenige Meter entfernten Becken und Versuchsteiche entkamen oder ob sie von Vögeln aufgefressen wurden. Eine Durchfischung mit dem Netze ergab folgende Tiere: *Wasserkäfer*, *Wasserwanzen* und *Daphniden* tot; ebenso *Chironomidenlarven. Corethralarven* waren weniger häufig als vorher, jedoch lebend, einige etwas matt, einzelne tot. Von *Libellulidenlarven* wurden tote nicht gefunden. *Diaptomus* lebend.

Nach 4 Tagen wurden am Grunde noch lebend gefunden: zahlreiche *Ephemeridenlarven, Diaptomus*, einzelne *Wassermilben* und *Corethralarven.*

Nach 8 Tagen wurden noch viele *Libellulidenlarven* und einzelne *Ephemeridenlarven* lebend angetroffen.

Nach 31 Tagen fanden sich keine größeren lebenden Tiere, sondern nur verschiedene *Infusorien* und andere *Protozoen.* Es scheint, als ob es sich hier um den Beginn der Neubesiedelung handelt, ähnlich wie in den Versuchen 16—19.

b) Weichtiere.

Als Vertreter der Weichtiere wurde die gemeine *Teich- oder Schlammschnecke (Lymnaea stagnalis L.)* in Versuch genommen.

IX. (29—33.)

29.

Versuchsgefäß: großes Rattenglas von 30 cm Durchmesser; Wassertiefe 25 cm.

Versuchstiere: 8 *Lymnaea stagnalis;* zur Fütterung und Durchlüftung wurde reichlich *Elodea* zugegeben.

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: nach 30 Tagen noch alle Tiere am Leben.

30.

Versuchsgefäß: wie bei 29.

Versuchstiere: wie bei 29.

Behandlung: überschichtet mit 1,4 ccm Petroleum.

Ergebnis: alle Tiere noch nach 30 Tagen am Leben.

31.

Versuchsgefäß: wie bei 29.

Versuchstiere: wie bei 29.

Behandlung: überschichtet mit 1,4 ccm Saprol.

Ergebnis: Nach 2 Tagen liegen einige Tiere am Grunde, entweder tot oder sterbend; nach 4 Tagen 5 tot, nach 5 Tagen 7 tot; die letzte Schnecke wurde erst am 12. Tage tot aufgefunden.

32.

Versuchsgefäß: wie bei 29.

Versuchstiere: wie bei 29.

Behandlung: überschichtet mit 1,4 ccm Larviol A.

Ergebnis: nach 30 Tagen sind noch alle Tiere am Leben.

33.

Versuchsgefäß: wie bei 29.

Versuchstiere: wie bei 29.

Behandlung: überschichtet mit 1,4 ccm Larviol B.

Ergebnis: am 8. Tage wurde 1 Schnecke tot aufgefunden; die andern 7 waren noch nach 30 Tagen am Leben.

Bemerkungen.

In allen Versuchen, auch bei Überschichtung mit Saprol blieben die Pflanzen *(Elodea)* gut erhalten und zeigten keinerlei Beschädigungen.

c) Amphibien und Fische.

Von Amphibien wurden *Larven vom Grasfrosch (Rana temporaria)* und vom *Wasserfrosch (Rana esculenta)* der Behandlung mit verschiedenen Mitteln unterworfen. Die Ausdehnung der Versuche auf Fische lag außerhalb des Planes der vorliegenden Untersuchungen, wie schon oben (S. 258) ausgeführt wurde. Gelegentlich wurde jedoch einmal ein Versuch mit *Karauschen (Carassius carassius L.)* ausgeführt, dessen Mitteilung nicht ohne Interesse ist.

X. (34—36.)

34.

Versuchsgefäß: Großes Aquarium von 52 × 82 cm Oberfläche. Wassertiefe 45 cm.

Versuchstiere: 3 Karauschen von etwa 12 cm Länge.

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: Alle Tiere halten sich in dem nicht durchlüfteten Aquarium bis zu dem nach 4 Wochen erfolgten Abbruch des Versuchs.

35.

Versuchsgefäß: wie bei 34.

Versuchstiere: wie bei 34.

Behandlung: überschichtet mit 8,4 ccm Petroleum.

Ergebnis: Alle Tiere halten sich unverändert, bis die Petroleumschicht vollständig verdunstet ist, und noch länger; die Tiere werden nach 4 Wochen, ohne Krankheitserscheinungen zu zeigen, in ein anderes Aquarium gesetzt.

36.

Versuchsgefäß: wie bei 34.

Versuchstiere: wie bei 34.

Behandlung: überschichtet mit 8,4 ccm Saprol.

Ergebnis: Schon nach $3\frac{1}{2}$ Stunden schwimmen die Tiere auf der Seite. Nach 1 Tag noch ebenso, doch sind sie matter geworden. Ein Tier wurde nach dem 1. Tag nach Abwaschen

unter dem Wasserstrahl in das Versuchsgefäß von 34 gebracht, wo es sich erholte und bis zum Abschluß des Versuchs am Leben blieb. Die beiden andern Tiere wurden am 2. Tage noch lebend angetroffen, nach 3 Tagen waren sie jedoch tot.

XI. (37—42.)

37.

Versuchsgefäß: Rattenglas von 14 cm Durchmesser; Inhalt 2 Liter Teichwasser mit Algen.
Versuchstiere: 25 Larven von *Rana temporaria (Grasfrosch).*
Behandlung: keine (Kontrollversuch).
Ergebnis: Noch nach 15 Tagen waren alle Larven am Leben.

38.

Versuchsgefäß: wie bei 37.
Versuchstiere: wie bei 37.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Petroleum.
Ergebnis: Noch nach 15 Tagen waren alle Tiere am Leben.

39.

Versuchsgefäß: wie bei 37.
Versuchstiere: wie bei 37.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Saprol.
Ergebnis: Nach 1 Tag waren 14 Larven, nach 2 Tagen auch die übrigen Larven tot.

40.

Versuchsgefäß: wie bei 37.
Versuchstiere: wie bei 37.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm phenolfreiem Saprol.
Ergebnis: alle Larven waren nach 1 Tag tot.

41.

Versuchsgefäß: wie bei 37.
Versuchstiere: wie bei 37.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Larviol A.
Ergebnis: nach 1 Tag 1 Larve tot; nach 2 Tagen eine weitere Larve tot, nach dem dritten Tage abermals 3 usw. Die Larven sterben allmählich ab, doch war noch nach 13 Tagen eine lebende Larve vorhanden. Erst am 14. Tage waren alle Larven tot.

42.

Versuchsgefäß: wie bei 37.
Versuchstiere: wie bei 37.
Behandlung: überschichtet mit 0,3 ccm Larviol B.
Ergebnis: nach 1 Tag 1 Larve tot, nach 2 Tagen 1 weitere, nach 3 Tagen abermals 3. Nach 6 Tagen waren alle Larven tot.

XII. (43—45.)

43.

Versuchsgefäß: Aquarium von 82 × 52 cm Oberfläche. Wassertiefe 45 cm. Mit zahlreichen Fadenalgen.

Versuchstiere: 20 größere Larven von *Rana temporaria (Grasfrosch)*; zahlreiche ganz junge Larven von *Rana esculenta (Wasserfrosch).*

Behandlung: keine (Kontrollversuch).

Ergebnis: Nach 20 Tagen scheinen noch alle Larven am Leben zu sein; wegen der im Aquarium vorhandenen Pflanzen ist die genaue Auszählung schwierig.

44.

Versuchsgefäß: wie bei 43.
Versuchstiere: wie bei 43.
Behandlung: überschichtet mit 8,5 ccm phenolfreiem Saprol.
Ergebnis: Alle Larven waren nach 1 Tag tot.

45.

Versuchsgefäß: wie bei 43.
Versuchstiere: wie bei 43.
Behandlung: überschichtet mit 8,5 ccm Larviol A.
Ergebnis: Nach 20 Tagen sind noch sicher 6 Larven von *Rana temporaria* vorhanden, doch ist möglich, daß noch mehr leben, da die Zählung schwierig ist (vgl. bei Versuch 43). Zahlreiche Larven von *Rana esculenta* sind ebenfalls noch am Leben.

XIII. (46—47).

46.

Versuchsgefäß: wie bei 43.
Versuchstiere: 20 Larven von *Rana temporaria..*
Behandlung: keine (Kontrollversuch).
Ergebnis: Noch nach 21 Tagen anscheinend alle Tiere am Leben; keine toten gefunden.

47.

Versuchsgefäß: wie bei 43.
Versuchstiere: wie bei 46.
Behandlung: überschichtet mit 8,5 ccm Larviol B.
Ergebnis: Noch nach 21 Tagen anscheinend alle Tiere am Leben.

XIV. (48.)

Versuchsgefäß: Aquarium von 82 × 52 cm Oberfläche. In einem Teil des Aquariums ist eine Anzahl von Ziegeln eingebaut, die mit Moos bedeckt sind. Von den Ziegeln ist durch Steine ein allmählicher Übergang ins Wasser hergestellt. Die nach Einbau dieser „Land“fläche übrig bleibende Wasseroberfläche beträgt ungefähr 50 × 50 cm.

Wassertiefe: 12 cm.

Versuchstiere: 1 Wasserfrosch *(Rana esculenta)*, der schon mehrere Monate in dem gleichen Aquarium zugebracht hatte, sich jedoch nicht mehr in gutem Fütterungszustande befand. 1 frisch eingefangener Grasfrosch *(Rana temporaria)*.

Behandlung: Die Wasseroberfläche wird mit 5 ccm Saprol überschichtet.

Ergebnis: Die Überschichtung erfolgt, während beide Frösche im Wasser sitzen. Nach 2 Stunden sitzt der Grasfrosch auf dem Lande. Der Wasserfrosch sucht aus dem Wasser herauszukommen, schwimmt aber stets nach der falschen Seite; wenn er nicht schwimmt, steht er meist aufrecht im Wasser, seine Extremitäten zeigen leichte Zuckungen, doch werden, sobald er anfängt zu schwimmen, die Bewegungen anscheinend regelmäßig. Nach 24 Stunden wird er tot im Wasser gefunden. Der Grasfrosch wurde zur gleichen Zeit auf dem Lande gefunden. An diesem wie an den folgenden Tagen wurde der Grasfrosch wiederholt ins Wasser getrieben, wo er in der Regel nicht länger als $^1/_2$ Stunde verbleibt. Er ist am Abschluß des Versuchs, nach 19 Tagen, noch am Leben und munter. Irgend welche Veränderungen auf der Haut, auch unmittelbar nach dem Verlassen des Wassers, wurden nicht wahrgenommen.

B. Vergleich der Wirkung der zur Überschichtung des Wassers dienenden Mittel.

Um den Erfolg und die Art und Weise, wie die einzelnen Mittel wirken, beurteilen zu können, gehen wir am zweckmäßigsten von Versuchsbedingungen aus, die den bei der Mückenbekämpfung üblichen Verhältnissen entsprechen. Es ist also zunächst zu prüfen, wie die Überschichtung des Wassers mit etwa 20 ccm Flüssigkeit auf 1 qm Wasseroberfläche wirkt. Dabei dürfen selbstverständlich nur solche Versuche

miteinander verglichen werden, die bei gleicher Wassertiefe angestellt wurden. Denn wenn die benützten Flüssigkeiten nicht nur einfach dadurch wirken, daß sie rein mechanisch die Wasseroberfläche abschließen, sondern auch durch Abgabe löslicher Stoffe die chemische Beschaffenheit des Wassers verändern, so ist zu erwarten, daß ihre Wirkung von der Wassertiefe abhängen wird, da diese die Konzentration der an das Wasser abgegebenen Stoffe wesentlich beeinflussen muß. Dies trifft aber zum mindesten, wie schon früher angeführt wurde (S. 255), beim Saprol zu, sicher aber auch für einige andere Mittel.

Vergleicht man unter Berücksichtigung dieses Gesichtspunktes zunächst jene Versuche, die bei einer Überschichtung von 20 ccm auf 1 qm Oberfläche und bei einer Wassertiefe von etwa 12,5 bis 15 cm angestellt wurden — unter Beifügung der bei einer Tiefe von 25 cm ausgeführten Versuche an Schnecken — so zeigt sich, daß sich die einzelnen Mittel folgendermaßen verhalten (vgl. Tabelle 1):

1. Petroleum. Die *Daphniden* gehen in zwei bis drei Tagen ein. Von *Diaptomus* wurden noch nach 30 Tagen lebende Tiere gefunden. *Wassermilben*, *Ephemeriden*- und *Corethra-larven* waren bis zum Abschluß der betreffenden Versuche nach neun Tagen, *Larven von Rana temporaria* noch nach 15 Tagen am Leben, und zwar, soweit dies beurteilt werden konnte, anscheinend ohne jeden Verlust, Schnecken noch nach 30 Tagen. Das Petroleum war in allen Fällen bei Abschluß der Versuche entweder völlig verschwunden oder durch den Geruch höchstens nur noch ganz schwach nachweisbar.

2. Saprol. Alle Tiere, mit Ausnahme der Schnecken, waren spätestens nach zwei Tagen tot, Daphniden sogar stets schon nach einem Tage; die letzteren lagen schon nach 10 Minuten alle am Grunde, viele bewegungslos, nur manche noch zuckend. Die Wasserwanzen *(Notonecta)* schwammen nach 10 Minuten tot an der Wasserober-

Tabelle

Die in Klammern beigefügten, *kursiv gedruckten* Ziffern geben die Nummern des Versuchs an; wurden, „+“: daß alle

	Petroleum		Sa-			
Wassertiefe	12,5–15 cm	45 cm	15 cm	80 cm	[100 cm]	[130 cm]
Diaptomus	1 30 (*21*)	1 7 (*27*)	+ 2 (*7*)	1 4 (*28*)	—	—
„	—	—	+ 1 (*22*)			
Daphniden	+ 3 (*3*)	1 7 (*27*)	+ 1 (*2*)	+ 3 (*28*)	+ 2 (*16*)	+ 2 (*17*)
„	+ 2 (*21*)	—	+ 1 (*22*)			
Wassermilben	1 9 (*3*)	—	+ 2 (*2*)	1 4 (*28*)		
Libellulidenlarven	—	1 7 (*27*)				
Ephemeridenlarven . . .	1 9 (*3*)	1 7 (*27*)	+ 2 (*2*)	1 4 (*28*)	+ 9 (*16*)	+ 9 (*17*)
Notonecta	—	+ 1 (*27*)	+ 1 (*2*)	+ 3 (*28*)		
Corethralarven	1 9 (*3*)	1 7 (*27*)	+ 2 (*2*)	1 4 (*28*)	+ 6 (*16*)	+ 9 (*17*)
Chironomidenlarven . . .	—	1 7 (*27*)	—	+ 3 (*28*)		
Dytiscus, Acilius	—	+ 1 (*27*)	—	+ 3 (*28*)		
Rana temporaria-Larven .	1 15 (*38*)	—	+ 2 (*39*)	—	—	—
Rana esculenta-Larven . .	—	—	—	—	—	—

fläche. Die Schnecken begannen dagegen erst am zweiten Tage zu verenden; eine hielt bis zum 12. Tage aus.

3. Phenolfreies Saprol. Daphniden und Froschlarven wurden nach zwei, *Diaptomus* nach einem Tage ausnahmslos verendet angetroffen.

4. Larviol A. Daphniden waren nach 2, *Diaptomus* nach 6, Froschlarven *(Rana temporaria)* nach 14 Tagen abgestorben. Schnecken blieben alle am Leben.

5. Larviol B. Die Daphniden waren ebenfalls nach 2, *Diaptomus* dagegen erst nach 12, und Froschlarven *(R. temporaria)* nach 6 Tagen tot. Von Schnecken starb nur ein Tier.

Überblickt man diese Ergebnisse, so fällt auf, daß von den zu den Versuchen benützten Tieren allein die Daphniden in keinem Falle länger als 3 Tage am Leben blieben. Aber auch in den Kontrollen der entsprechenden Versuchsreihen (I, III, IV, V, VI) lebten die Daphniden nur kurze Zeit: in Versuch 1 und 8 nur 3 Tage, in Versuch 11 und 20 wurden am 4., in Versuch 20 am 6. Tage noch vereinzelte Tiere lebend gefunden. Die Tiere lebten also zum Teil nicht länger als bei Überschichtung mit Petroleum. (Versuchsreihe I.) Wie schon oben (S. 259) erwähnt wurde, bleiben die Daphniden an der oberflächlichen Petroleumschicht leicht hängen; bei den Bemühungen, durch lebhafte Bewegungen frei zu kommen, dringt anscheinend Luft in die Schale ein, die Tiere können dann erst recht nicht mehr auf den Grund sinken und gehen nun teilweise noch etwas schneller zugrunde, als in den Kontrollversuchen. Jedenfalls zeigt sich schon aus den letzteren, daß die Daphniden in den Versuchsgefäßen Bedingungen finden, denen sie auch schon ohne Überschichtung des Wassers bald erliegen, und daß daher die an ihnen gewonnenen Versuchsergebnisse gesondert zu bewerten sind.

1.
„l" bedeutet: daß an dem durch die erste Ziffer bezeichneten Tage noch lebende Tiere angetroffen
Tiere verendet waren.

prol		Phenolfreies Saprol		Larviol A		Larviol B	
[200 cm]	[400 ccm]	15 cm	45 cm	15 cm	45 cm	15 cm	45 cm
—	—	+ 2 *(23)*		+ 6 *(24)*		+ 12 *(25)*	
+ 2 *(18)*	+ 3 *(19)*	+ 1 *(23)*		+ 2 *(24)*		+ 2 *(25)*	
+ 6 *(18)*	l 24 *(19)*						
+ 6 *(18)*	l 6 *(19)*						
—	—	+ 1 *(40)*	+ 1 *(44)*	+ 14 *(41)*	l 20 *(45)*	+ 6 *(42)*	l 21 *(47)*
—	—	—	+ 1 *(44)*	—	l 20 *(45)*		

Abgesehen von den Daphniden, die also nicht viel kürzer als in den nicht überschichteten Kulturen lebten, wurden die andern Tiere durch Petroleum gar nicht geschädigt. Von *Diaptomus* fanden sich zwar vom 12. Tage ab zahlreiche tote Tiere am Grunde des Kulturgefäßes (21); da dies aber im gleichen Maße in der unbehandelten Kultur (20) der Fall war und da sie sich in der gleichen Weise wie in der letzteren bis zum 30. Tage hielten, so ist klar, daß das allmähliche Absterben nicht durch die Überschichtung mit Petroleum, sondern durch die sich geltendmachende Veränderung der Versuchsbedingungen — besonders wohl die Abnahme der Nahrung — bewirkt sein mußte.

Ganz anders als das Petroleum wirkt das Saprol. Schon nach 1, spätestens nach 2 Tagen sind durch dieses Mittel fast alle Tiere getötet; nur die Schnecken hielten länger aus. Ebenso verhält sich das phenolfreie Saprol. Viel weniger schädlich sind dagegen Larviol A und Larviol B, bei deren Anwendung einzelne Tiere sogar bis zu 14 und 12 Tagen leben bleiben können; die Schnecken wurden überhaupt so gut wie nicht geschädigt.

Um nun weiterhin den Grad der Schädlichkeit der einzelnen Mittel festzustellen, schien es erforderlich, zu untersuchen, wie sie bei etwas größerer Wassertiefe wirken.

Das Verhalten der zu den Versuchen benützten Tiere gegenüber der Überschichtung mit Petroleum bei geringerer Wassertiefe ließ erwarten, daß natürlich eine Schädigung der meisten Formen bei größerer Tiefe erst recht nicht eintreten werde. Zu dem in einem größeren Aquarium ausgeführten Versuch — Wassertiefe 45 cm — wurde eine größere Anzahl einzelner Arten verwendet, die mit Algen eingesetzt wurden. Es ergab sich, daß beim Abschluß des Versuchs (VII, Vers. 27) nach 7 Tagen *Daphniden, Diaptomus, Libellen-, Ephemeriden-, Corethra-* und *Chironomidenlarven,* ferner *Naïden, Rädertiere, Rhabdocöliden* und verschiedene *Protozoen* noch am Leben waren, also alle zu dem Versuche benützten Tierformen, mit Ausnahme der Wasserwanzen und Wasserkäfer, die fast alle schon nach einem Tage tot waren[1]). Da dieser Versuch vollständig den Erwartungen entsprach und da die Froschlarven schon bei der geringen Wassertiefe von 15 cm durch die Petroleum-Überschichtung nicht geschädigt wurden, erschien es überflüssig, mit diesen noch einen Versuch bei größerer Tiefe anzustellen.

Dagegen wurde gelegentlich einmal ein Versuch mit Karauschen ausgeführt, der an dieser Stelle erwähnt sei. Er zeigte bemerkenswerterweise, daß diese Fische die Petroleumüberschichtung ohne jede Schädigung überstanden und daß sie nicht nur bis zur völligen Verdunstung der Petroleumschicht, sondern volle vier Wochen in dem Kulturgefäß aushielten (X, Vers. 35). Aus diesem Versuch geht hervor, daß das Petroleum für die Fische vielleicht doch nicht ganz so schäd-

[1]) Eine einzige *Notonecta* blieb merkwürdigerweise bis zum Schluß des Versuchs am Leben; wodurch sie der Vernichtung entging, konnte nicht ermittelt werden. — Daß in diesem Versuche die sonst so empfindlichen *Daphniden* am Leben blieben, beruht wohl darauf, daß mit den in das Aquarium eingesetzten Fadenalgen genügend zahlreiche, zur Ernährung geeignete Organismen in die Kultur gelangt waren.

lich ist, wie im allgemeinen angenommen wird (vgl. S. 255); indessen sollen selbstverständlich aus diesem einen Versuche keinerlei weitere Schlüsse gezogen werden.

Phenolfreies Saprol, Larviol A und Larviol B wurden bei einer Tiefe von 45 cm nur an Froschlarven geprüft (Vers. 44, 45, 47). Das phenolfreie Saprol zeigte sich ebenso schädlich wie bei geringerer Tiefe; dagegen bestätigte sich bei den beiden Larviolsorten die schon bei geringerer Tiefe gewonnene Erfahrung, daß sie weniger schädlich wirken, als Saprol und Phenolfreies Saprol; bei Anwendung beider Flüssigkeiten waren die Larven noch nach etwa 3 Wochen am Leben und hatten sich weiter entwickelt.

Saprol ließ bei der noch etwas größeren Wassertiefe von 80 cm (Vers. 28) eine deutliche Verzögerung der schädlichen Wirkung erkennen. Während bei 15 cm Tiefe die meisten Tiere schon am 1., spätestens aber am 2. Tage tot waren, wurden hier verschiedene noch am 4. Tage lebend angetroffen, ja am Grunde hielten sich sogar Libelluliden- und Ephemeridenlarven noch bis zum 8. Tage und darüber; später gingen allerdings auch diese Tiere zugrunde. Eine geringere Verzögerung in der Wirkung zeigte sich vor allem bei Wasserwanzen und Wasserkäfern, die übrigens sich möglichst durch die Flucht zu entziehen suchten (vergl. S. 264).

Schon aus den bisher besprochenen Versuchen kann geschlossen werden, daß von den geprüften Mitteln Petroleum wohl nur durch den Abschluß der Wasseroberfläche gegen die Luft wirkt. Es sterben bei seiner Verwendung — abgesehen von den Daphniden (s. oben S. 269) — und zwar sehr bald, nur Wasserwanzen und Wasserkäfer. Da diese zur Atmung Luft in das Tracheensystem aufnehmen und daher zu diesem Zwecke von Zeit zu Zeit an die Wasseroberfläche kommen müssen, gehn sie bei Petroleumüberschichtung des Wassers wohl zweifellos durch Ersticken zugrunde; sie erleiden das gleiche Schicksal wie die ebenfalls luftatmenden Larven und Puppen der Stechmücken (vergl. S. 252). Dafür spricht die Tatsache, daß im Gegensatze hierzu die wasseratmenden Arthropoden — wie Daphniden, Diaptomus, Wassermilben, Libelluliden-, Ephemeriden-, Corethra- und Chironomidenlarven — bei Petroleumüberschichtung nicht zugrundegehen. Daß die ebenfalls luftatmenden Schlammschnecken *(Lymnaea)* und Froschlarven bei Petroleumüberschichtung nicht in gleicher Weise geschädigt werden, dürfte wohl so zu erklären sein, daß bei diesen Tieren die Luft nicht durch so enge und feine Öffnungen wie bei den Insekten aufgenommen wird. Während die Atemöffnungen der Insekten durch das Öl verstopft werden[1]), sind die Schnecken und Froschlarven vermutlich imstande, die dünne Petroleumschicht zu durchstoßen und trotz deren Anwesenheit mit ihren weiten Atemöffnungen genügend Luft aufzunehmen.

Eine Giftwirkung des Petroleums ist, abgesehen von seiner tatsächlichen Unschädlichkeit für die meisten Wassertiere, auch aus dem Grunde wenig wahrscheinlich, weil es in Wasser so gut wie unlöslich ist und nur ganz geringe Mengen von löslichen Stoffen an das Wasser abgeben kann. Etwas anders würde sich allerdings möglicherweise

[1]) Den Nachweis hierfür haben Laveran (In: Compt. rend. Soc. Biol. Paris T. 52, 1900) und Portier (In: Compt. rend. Soc. Biol. Paris T. 66, 1909) erbracht.

Rohpetroleum verhalten, das unter Umständen z. B. geringe Mengen von Phenol enthalten kann.

Für das Verhalten der Wassertiere gegenüber den andern sich auf dem Wasser ausbreitenden Mitteln kommen ohne Zweifel nicht nur der Abschluß von der Luft, sondern auch die in diesen enthaltenen gelösten Stoffe in Betracht. Wie schon früher (S. 252) erwähnt, ist Saprol ein Gemisch von Rohkresol und Mineralöl. In Rohkresol ist außer Kresolen, die den Hauptbestandteil bilden, eine geringe Menge Phenol vorhanden[1]). Da die Kresole wenigstens zu einem Teil wasserlöslich sind, so ist leicht verständlich und von vornherein zu erwarten, daß Saprol auch auf Tiere, bei denen eine Beeinträchtigung der Atmung durch die Überschichtung der Wasseroberfläche ausgeschlossen ist, einen nachteiligen Einfluß haben werde. Nach den vorliegenden pharmakologischen Erfahrungen wirken die Kresole nach dem Typus des Phenols erregend auf das Zentralnervensystem[2]).

Daß das Saprol eine giftige Wirkung ausübt, geht auch daraus hervor, daß seine Wirkung auf die Tiere, deren Atmungsorgane nicht verstopft werden, bei größerer Wassertiefe abgeschwächt wird (Vers. 28).

Von Interesse erschien es nun, festzustellen, bei welcher Wassertiefe eine solche Verdünnung der in ihm enthaltenen schädlichen Stoffe eintritt, daß sie keine erkennbare Wirkung mehr ausüben. Zu diesem Zwecke wurde der folgende Versuch angestellt (V. Vers. 15—19).

Bei einer Wassertiefe von 1 m beträgt die unter 1 qm Oberfläche befindliche Wassermenge 1000 Liter; auf 1 l Wasser kommt also bei Überschichtung mit der bei der Mückenbekämpfung üblichen Menge (20 ccm auf 1 qm) 0,02 ccm Saprol, bezw. die darin enthaltene Menge wasserlöslicher Stoffe. Die Beimischung von 0,04 ccm Saprol auf 2 l Wasser (Vers. 16) entspricht daher der Verdünnung, die das Saprol bezw. die in ihm enthaltenen wasserlöslichen Stoffe bei einer Wassertiefe von 1 m erfahren, und die Versuche 17, 18 und 19 entsprechen Wassertiefen von 1,3 bezw. 2 und 4 m. Die Versuche dieser Reihe (V) zeigen nun, daß bei Verdünnungen, die Wassertiefen von 1, 1,3 und 2 m entsprechen, schon eine bedeutende Abschwächung der Saprolwirkung bemerkbar wird. Daphniden, die bei etwa 15 cm Wassertiefe ausnahmslos nach 1 Tag gestorben waren (Vers. 2), wurden erst am 2. Tage alle tot gefunden, und Corethra- wie Ephemeridenlarven gingen statt am 2. erst bis zum 6. und 9. Tage ein. Eine Verdünnung, die einer Wassertiefe von 4 m entspricht (Vers. 19), zeigt nur geringe Unterschiede gegen den Kontrollversuch (Vers. 15); in diesem Falle

---

[1]) Vergl. Fischer und Koske, Untersuchungen über die sogenannte „rohe Karbolsäure" mit besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendung zur Desinfektion von Eisenbahnviehtransportwagen. In: Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 19, 1903.

[2]) Vergl. die S. 240 ff. abgedruckte Arbeit von E. Rost. Nach Hein (a. a. O.) soll auch der Teer für Fische ein spezifisches Nervengift sein; eine Ätzwirkung z. B. der Kiemen sei nicht nachweisbar. Auch für Wirbellose hält es Hein für wahrscheinlich, daß „zuerst und in hauptsächlichster Weise die nervösen Bahnen von den Teergiften irritiert werden". Da das Ausgangsmaterial für das Rohkresol fast ausschließlich der Steinkohlenteer liefert, so ist wahrscheinlich, daß seine schädliche Wirkung wenigstens zum größten Teil durch die Kresole und das Phenol, die er enthält, bedingt wird.

wurden Ephemeridenlarven noch nach 24 Tagen lebend angetroffen. Die Wirkung des Saprols muß also zwischen 3 und 4 m Wassertiefe aufhören sich geltend zu machen.

Nimmt man dagegen zur Überschichtung des Wassers eine doppelt so große Menge Saprol, als sie zur Mückenbekämpfung üblich ist, so tritt, wenigstens bei *Diaptomus*, eine Beschleunigung der Wirkung ein (Vers. 9; vergl. auch Tabelle 2).

Tabelle 2.

Die in Klammern beigefügten, *kursiv gedruckten* Ziffern geben die Nummern des Versuchs an; „l" bedeutet, daß an dem durch die erste Ziffer bezeichneten Tage noch lebende Tiere angetroffen wurden, „+": daß alle Tiere verendet waren.

	Petroleum					Saprol		Phenolfreies Saprol	Larviol A	Larviol B
Menge auf 1 qm .	20 ccm	33 ccm	40 ccm	200 ccm	1000 ccm	20 ccm	40 ccm	20 ccm	20 ccm	20 ccm
Diaptomus . . .	l 30 (*21*)	l 7 (*5*)	—	l 7 (*6*)	—	+ 2 (*7*)	+ 1 (*9*)	+ 2 (*23*)	+ 6 (*24*)	+ 12 (*25*)
„ . . .	—	—	—	—	—	+ 1 (*22*)	—	—	—	—
Daphniden . . .	+ 3 (*3*)	+ 2 (*12*)	+ 3 (*10*)	+ 2 (*13*)	+ 2 (*14*)	+ 1 (*2*)	—	+ 1 (*23*)	+ 2 (*24*)	+ 2 (*25*)
„ . . .	+ 2 (*21*)	—	—	—	—	+ 1 (*22*)	—			
Wassermilben . .	l 9 (*3*)	l 10 (*12*)	l 9 (*10*)	l 10 (*13*)	l 10 (*14*)	+ 2 (*2*)	+ 2 (*9*)			
Ephemeridenlarven	l 9 (*3*)	l 10 (*12*)	l 9 (*10*)	l 10 (*13*)	l 10 (*14*)	+ 2 (*2*)	+ 2 (*9*)			
Notonecta	—	—	—	—	—	+ 1 (*2*)	—			
Corethra-Larven .	l 9 (*3*)	l 10 (*12*)	l 9 (*10*)	l 10 (*13*)	l 10 (*14*)	+ 2 (*2*)	+ 2 (*9*)			

Im Gegensatz hierzu bleibt eine Vermehrung der zur Überschichtung verwendeten Menge von Petroleum ganz ohne Einfluß. Auch eine Menge, die 10mal so groß ist, wie die zur Mückenbekämpfung übliche (Vers. 13), ließ keine Schädigung erkennen, und selbst die 50fache Menge schädigte die zu dem Versuch verwandten Tiere (Vers. 14) nicht in nennenswerter Weise. In letzterem Falle kam auf 1 qm Wasseroberfläche 1 l (1000 ccm) Petroleum; es wurde also eine Petroleumschicht von 1 mm Höhe gebildet. Unter dieser Schicht lebten selbst hüllenlose Protozoen (Vers. 13 u. 14); ja, es konnte sogar beobachtet werden (Vers. 13), daß Petroleum von Infusorien ohne Nachteil aufgenommen wurde. Diese Feststellungen bestätigen die oben ausgesprochene Ansicht, daß das Petroleum für die zu den Versuchen benützten Tiere nicht giftig ist.

Daß auch bei Larviol A und B die schädliche Wirkung durch größere Wassertiefe verringert wird, zeigen die Versuche an Froschlarven (Vers. 45 u. 47); schon bei einer Tiefe von 45 cm blieben beide Stoffe, die bei 25 cm für Schnecken unschädlich waren[1]), auch für Froschlarven ohne nachteiligen Einfluß. Dies spricht dafür, daß die bei geringerer Tiefe eintretende Schädigung wie bei Saprol durch im Wasser lösliche Stoffe bewirkt wird; offenbar ist aber der Gehalt an giftigen Substanzen erheblich geringer, als bei jenem Mittel, wie sich auch schon aus seiner langsameren

[1]) Daß bei Larviol B am 8. Tage 1 Schnecke tot gefunden wurde, kann wohl der Tatsache gegenüber, daß die andern 7 Tiere des gleichen Versuchs noch nach 30 Tagen lebten, nicht ins Gewicht fallen.

Wirkung bei geringerer Tiefe vermuten läßt. Welcher Art die in Larviol enthaltenen Stoffe sind, ist mir nicht bekannt.

Phenolfreies Saprol zeigte bei einem Versuch mit größerer Wassertiefe (Vers. 44) sich für Froschlarven nicht weniger giftig als Saprol.

Die Ergebnisse der vorstehenden Versuche und Erörterungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

1. Petroleum hat für die im Wasser lebenden Tiere keine Giftwirkung; dagegen sind die von Saprol, phenolfreiem Saprol, Larviol A und Larviol B an das Wasser abgegebenen löslichen Bestandteile — in verschiedenem Grade — giftig.

2. Saprol tötet alle im Wasser lebenden Tiere; diese Wirkung dürfte — nach den mit entsprechenden Verdünnungen des Mittels angestellten Versuchen — bei einer Wassertiefe von 3 bis 4 m aufhören sich geltend zu machen.

3. Phenolfreies Saprol ist in seiner Wirkung von Saprol kaum verschieden.

4. Larviol A und Larviol B sind für die im Wasser lebenden Tiere weniger nachteilig; ihre Wirkung beginnt schon bei einer Tiefe von 0,5 m und weniger aufzuhören.

5. Petroleum vernichtet nur solche Wassertiere, deren Atmungsöffnungen es zu verstopfen imstande ist.

C. Wirkung der Überschichtung des Wassers mit chemischen Mitteln auf die Wassertiere.

Bis jetzt enthält die Literatur nur sehr wenige Angaben über Versuche, die sich mit der Frage beschäftigen, welche Tiere durch die Anwendung der bei der Mückenbekämpfung üblichen Mittel geschädigt werden.

Celli und Casagrandi[1]), die ausführlichere Versuche über mückentötende Stoffe ausgeführt haben, geben an, daß Petroleum weder die Fische noch die Tiere der unteren zoologischen Klassen zugrunde richte. Auch Fermi und Lumbao[2]) sagen von Petroleum, daß es weder giftig sei, noch Fische töte.

Ebenso berichten Galli-Valerio und Rochaz-de Jongh, daß Petroleum selbst auf Gräben, die Fische und Crustaceen enthielten, angewandt werden könne; — „car ces animaux respirent l'oxygène dissous dans l'eau et pendant longtemps ils ne sont pas incommodés par le pétrole" — während Saprol auf Gewässern, welche der Aufzucht von Fischen dienen, nicht benützt werden dürfe[3]). Wie weit sich diese Angaben aber auf genauere Versuche stützen, vermag ich nicht anzugeben.

---

[1]) A. Celli und O. Casagrandi, Über die Vernichtung der Mosquitos. Beitrag zu Untersuchungen mit mosquitotötenden Stoffen. In: Centralbl. f. Bakteriol., I. Abt., Bd. 26, 1899. — Die ausführlichere Arbeit in den Atti della Soc. ital. per gli studi della Malaria, 1899 konnte ich leider nicht einsehn.

[2]) C. Fermi und S. Lumbao, Befreiung einer Stadt von den Mücken. In: Centralbl. f. Bakteriol., I. Abt., Bd. 28, 1900.

[3]) B. Galli-Valerio et J. Rochaz-de Jongh, Manuel pour la Lutte contre les Moustiques. Lausanne et Paris 1906 (S. 188).

Dagegen hat Hein sorgfältige Versuche angestellt, über die in der schon oben mehrfach angeführten Arbeit berichtet wird[1]). Allerdings gingen diese Versuche von andern Gesichtspunkten aus, dienten andern Zwecken und können auch wegen der Versuchsanordnung und des Versuchsmaterials nicht ohne weiteres mit den hier vorliegenden Versuchen verglichen werden.

Hein hatte sich zur Aufgabe gestellt, die Wirkung des Steinkohlenteers auf Fische und fischereilich wichtige Wirbellose zu untersuchen. Zu diesem Zwecke brachte er abgewogene, auf Glasplatten aufgestrichene Mengen von Teer in seine Versuchsgefäße; bei den an wirbellosen Tieren angestellten Versuchen Heins wurde noch besondere Sorge getragen, daß die Tiere nicht mit dem Teer in unmittelbare Berührung kommen konnten[2]). Da also eine Überschichtung des Wassers nicht stattfand, können die Versuche Heins mit den meinigen nur hinsichtlich der Giftwirkung der im Wasser löslichen Stoffe, und auch hierfür nur ganz im allgemeinen verglichen werden.

Saprol enthält allerdings, wie Scheurlen nach Angaben der Fabrik mitteilt, 40—50 % Kresol, 25—40 % andere Teerbestandteile und 20 % hochsiedende Kohlenwasserstoffe[3]); man kann also sagen, daß es ungefähr zu $^3/_5$ bis $^4/_5$ aus Teerbestandteilen besteht. Diese sind aber im Steinkohlenteer selbst doch in ganz anderer Zusammensetzung vorhanden. Nach Fischer und Koske[4]) läßt sich die Ausbeute an Kresolen aus dem Steinkohlenteer auf etwa 2—3 % bringen; andererseits enthält der Teer ungefähr 0,4—0,5 % Phenol, während Rohkresol etwa 1—1,5 % Karbolsäure enthalten kann.

Bei Überschichtung von 1 qm Oberfläche mit 20 ccm Saprol auf 15 cm Wassertiefe, wie sie bei vielen meiner Versuche benutzt wurde (vergl. Tabelle 1), tritt, wie leicht zu berechnen ist, eine Verteilung des Saprols bezw. der in ihm enthaltenen wasserlöslichen Stoffe von 1 : 7500 ein. Diese Verteilung läßt sich aber, wie aus den vorstehenden Angaben hervorgeht, mit den von Hein benützten Verdünnungen des Teers (1 : 3000, 1 : 5000, 1 : 8000, 1 : 10000) nicht vergleichen, da der Gehalt des Saprols und des Teers an den in Betracht kommenden löslichen Stoffen ein sehr verschiedener ist, ganz abgesehen davon, daß die Zusammensetzung des Steinkohlenteers je nach seiner Herkunft außerordentlich schwankt. Jedenfalls ist soviel klar, daß die Versuche Heins und meine eigenen nicht im einzelnen aufeinander bezogen werden dürfen[5]), wenngleich die in beiden Versuchen wirksamen Stoffe wenigstens teilweise

[1]) W. Hein, Über die Wirkungen des Steinkohlenteers auf Fische und einige Wirbellose. In: Berichte aus d. Kgl. Biol. Versuchsstation in München, Bd. 1, 1908.

[2]) Auf die genauere Anordnung der Versuche einzugehen, ist hier nicht notwendig; vergl. a. a. O. S. 95 und 109.

[3]) Scheurlen, Über Saprol und die Saprolierung der Desinfektionsmittel: In: Arch. f. Hyg., Bd. XVIII, 1893. Vergl. auch Bickel und Kraus, Versuche über die desinfizierende Wirkung von Saprol-Leinölkresol- und Petroleumkresol-Präparaten auf flüssiges infektiöses Material. In: Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 26, 1907.

[4]) Fischer und Koske, a. a. O. (vergl. oben S. 272).

[5]) Die vorstehenden Ausführungen erscheinen deshalb geboten, weil die Angaben Heins über die Zeit, wie lange die einzelnen Tierformen in den Versuchen aushielten, mit den meinigen nicht immer übereinstimmen. Andererseits wollte ich betonen, daß aus diesem scheinbaren

die gleichen gewesen sein werden. Im allgemeinen Ergebnis stimmen beide allerdings darin überein, daß sowohl Steinkohlenteer wie Saprol die untersuchten Wassertiere — und das waren teilweise die nämlichen — töten.

Versuche über Petroleum hat Hein nicht gemacht, was ja auch außerhalb seiner Aufgabe gelegen war.

Teichmann[1]), der einige Versuche über die Wirkung verschiedener Mittel auf Mückenlarven ausführte, prüfte vergleichsweise auch deren Wirkung auf andere Tiere. Von Petroleum sagt er, daß es, abgesehen von Culexlarven, andere Organismen, die sich in den entsprechenden Gewässern aufhalten, „weit weniger schädige, als es Saprol tue, das, in irgendwie beträchtlichen Quantitäten verwandt, alles Lebende zerstöre". Genauere Angaben über diesbezügliche Versuche werden dabei nicht gemacht. Dagegen berichtet er, daß eine Mischung von Petroleum und Larviol (9 : 1) bei Anwendung von 2 ccm auf einem Becken von 1500 qcm und 40 Liter Inhalt — also nicht ganz 15 ccm auf 1 qm[2]) — Mückenlarven tötete, während Fische, Molche und Schnecken noch nach 18 Stunden und länger am Leben blieben. Die angegebene Zeit der Beobachtung, soweit sie bestimmt angeführt wird, ist zwar etwas kurz; doch kann nach meinen eigenen Beobachtungen vermutet werden, daß die von Teichmann benützte Mischung, die ja fast nur aus Petroleum und nur zu $^1/_{10}$ aus dem auch nach meinen Erfahrungen nicht sehr schädlichen Larviol[3]) bestand, auch bei länger dauernder Einwirkung unschädlich blieb. Auch durch „Deutsches Gasöl", ein in verschiedenen Gegenden Deutschlands gewonnenes Braunkohlenteeröl, wurden die gleichen Tiere wie im vorigen Versuch unter den nämlichen Bedingungen nicht getötet. Eigene Erfahrungen über dieses letztgenannte Öl stehen mir nicht zu Gebote.

Schließlich sind noch einige Versuche zu erwähnen, über welche Sack[4]) berichtet. Diese Versuche sind insofern von besonderem Interesse, weil sie die einzigen sind, auf die sich die früher (S. 254) erwähnten, insbesondere vom II. Deutschen Vogelschutztage gegen die Überschichtung des Wassers mit chemischen Mitteln erhobenen Bedenken berufen.

Sack berichtet über Versuche, in denen benachbarte, reich mit Schnakenlarven besetzte Tümpel teils petrolisiert, teils saprolisiert wurden. Schon nach einer Viertel-

Mangel an Übereinstimmung ein Zweifel an der Richtigkeit der durchaus einwandfreien Angaben Heins nicht erhoben werden darf. Besonders zu beachten ist, daß Hein selbst bei Verdünnungen des Teeres von 1 : 3000 die Larven und Puppen von Culiciden noch nach 80 Stunden meist lebend und weiter entwickelt fand, während sie bei Saprolüberschichtung nach Galli-Valerios (a. a. O.) und meinen eigenen Beobachtungen sowie zahlreichen Erfahrungen der praktischen Mückenbekämpfung schon nach wenigen Stunden getötet werden. Es ist dies ein weiterer Beweis dafür, daß das Saprol für die Mückenlarven wie für andere luftatmende Insekten zunächst durch den Verschluß der Atmungsorgane wirkt.

[1]) E. Teichmann, Experimenteller Beitrag zur Methode der Stechmückenbekämpfung. In: Gesundheits-Ingenieur, Jahrg. 1911, Nr. 46.

[2]) Die nicht angegebene Wassertiefe muß nach Berechnung aus den übrigen Zahlen etwa 26 cm betragen haben.

[3]) Ob Larviol A oder B, ist nicht angegeben; vermutlich hat damals die Fabrik erst eine Sorte angefertigt.

[4]) P. Sack, Aus dem Leben unserer Stechmücken. In: 42. Bericht der Senckenberg. Naturf.-Ges. Frankfurt a. M. 1911. — Zweite vermehrte Auflage, Jena (Gust. Fischer) 1912.

stunde waren in den mit Saprol behandelten Pfützen alle Schnakenlarven tot; im Verlauf einer weiteren Viertelstunde gingen aber auch alle Mitbewohner des Tümpels zugrunde: zuerst die Fische, dann die Wasserinsekten und deren Larven, zuletzt die Frösche, deren Haut sich mit einer Saprolschicht überzog, sobald sie zum Atmen an die Wasseroberfläche kamen oder sich ans Land zu flüchten suchten. Wasserproben, die nach drei Tagen jenen Tümpeln entnommen wurden, zeigten eine bräunliche Färbung und enthielten infolge des in Lösung gegangenen Phenols keine Spur von Leben, während die Tümpel vor der Saprolisierung reich an Kleintieren aller Art waren. Günstiger war der Befund bei den mit Petroleum behandelten Tümpeln, dort behielt das Wasser seine normale Färbung; es fanden sich außer lebenden Daphnien, Cyclops und anderen kleinen Lebewesen aber noch lebende Culexlarven, wenn auch in geringerer Zahl. Dagegen war von Lurchen nichts mehr zu sehen; ob sie zugrunde gegangen waren, oder ob sie das Wasser verlassen hatten, ließ sich nicht mehr feststellen. Petroleum wirkt demnach weniger verheerend als Saprol, dessen Anwendung zu einer großen Gefahr für unsere einheimische Wasserfauna werden kann.

Fassen wir die bisher in der Literatur auf Grund eigener Versuche der Autoren geäußerten Ansichten zusammen, so stimmen Galli-Valerio, Teichmann und Sack darin überein, daß Saprol niedere Tiere und Fische schädigt und vernichtet; ebenso hat Hein nachgewiesen, daß Steinkohlenteer für niedere Tiere wie für Fische gefährlich ist, was hier der Vollständigkeit halber auch nochmals erwähnt sei. Dagegen sind Celli und Casagrandi, Fermi und Lumbao, wie Galli-Valerio und Rochaz-de Jongh der Meinung, daß Petroleum weder Fische noch Crustaceen oder andere Wassertiere schädige; Teichmann sagt, daß Petroleum dies weit weniger tue, als Saprol, und Sack spricht sich ziemlich ähnlich dahin aus, daß Petroleum weniger verheerend wirke als Saprol. Tatsächlich aber blieben in dem einzigen Versuch, über den Teichmann genauer berichtet, alle Versuchstiere am Leben, obwohl sogar mit einem geringen Zusatze des nicht ganz unschädlichen Larviols gearbeitet worden war, und Sack gibt überhaupt keinen bestimmten Nachweis, daß irgend welche Tiere bei Petroleumbehandlung zugrunde gegangen seien; von den Lurchen, die nach dem Versuche nicht mehr zu sehen waren, ließ sich nicht feststellen, ob sie zugrunde gegangen waren oder das Wasser verlassen hatten.

Ein Vergleich dieser nicht gerade sehr zahlreichen, auf eigene Versuche begründeten Erfahrungen mit den oben (S. 274) zusammengefaßten Ergebnissen meiner Versuche läßt zunächst für das Saprol im allgemeinen eine völlige Übereinstimmung erkennen. Durch Saprol werden — nach allen Angaben — bei den geringen Wassertiefen, wie sie bei der Mückenbekämpfung in der Regel in Betracht kommen, außer der Mückenbrut zweifellos auch alle andern Wirbellosen und ebenso Fische und im Wasser lebende Amphibienlarven getötet. Dies Ergebnis ist aber keineswegs neu; und es dürften ihm, wie schon früher erwähnt, wohl alle Anleitungen zur Mückenbekämpfung durch entsprechende Warnungen, besonders hinsichtlich der fischereilichen Interessen, in genügender Weise Rechnung getragen haben.

Die Frage, wie sich erwachsene Frösche gegenüber Saprol verhalten, kann nicht als völlig geklärt betrachtet werden. Nach den Angaben von Sack (a. a. O.) werden

sie getötet; das gleiche wird aus Leipzig berichtet (vergl. unten S. 286), doch sind in beiden Fällen die Angaben zu einer sicheren Beurteilung im Vergleich mit meinen eigenen Beobachtungen nicht ganz ausreichend. Nach den in Leipzig gemachten Erfahrungen starben die Frösche nicht, wenn das Saprol nicht mit der Gießkanne, sondern mit dem Tüncherpinsel aufgetragen wurde. Nach Beobachtungen in Mannheim wurden die Frösche bei Anwendung einer Mischung von Saprol und Petroleum nicht getötet (vergl. unten S. 286). Nach meinen Erfahrungen ertrug ein Grasfrosch den wiederholten Aufenthalt in saprolisiertem Wasser 13 Tage lang ohne Schaden; stets suchte er sich dem Aufenthalt in diesem so rasch wie möglich wieder zu entziehen. Ein allerdings nicht frischer Wasserfrosch dagegen ging nach verhältnismäßig kurzer Zeit zugrunde. Da der Grasfrosch außerhalb der Laichzeit sich meist auf dem Lande aufhält, während der Wasserfrosch in seiner Lebensweise mehr auf das Wasser angewiesen ist und insbesondere bei Verfolgung und Störung in diesem zu entkommen versucht, so ist nicht ausgeschlossen, daß er auch das saprolisierte Wasser weniger leicht verläßt als sein Gattungsgenosse und daß er dann infolge der längeren Einwirkung des Saprols dessen Schädigungen eher erliegt. Andererseits ist nicht ausgeschlossen, daß die vorherige lange Gefangenschaft des eingegangenen Wasserfrosches das ungünstige Ergebnis mit herbeigeführt haben kann. Zu einer Entscheidung der Widersprüche wären ausführlichere Versuche erforderlich.

Für das Petroleum ergibt sich, daß es nicht nur, wie Teichmann und Sack zugeben, weniger schädlich ist als Saprol, sondern es darf nach meinen Erfahrungen wie nach denen von Teichmann und Sack selbst wenigstens für Wirbellose und Amphibienlarven wohl überhaupt als unschädlich bezeichnet werden. Ein Versuch an Karauschen läßt es sogar als möglich erscheinen, daß es auch für manche Fische nicht so gefährlich ist, wie der gegenwärtig meist vertretenen Auffassung entspricht.

Aus diesen Feststellungen folgt aber, daß es auf jeden Fall der Begründung entbehrt, wenn man überhaupt jede Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln als unzulässig oder gar kurzweg als barbarisch bezeichnet. Denn für das Petroleum treffen die geltend gemachten Bedenken nicht zu, wie selbst aus den Versuchen der Senckenbergischen Gesellschaft, auf die sich der II. Deutsche Vogelschutztag beruft — denn das sind die bei Sack angegebenen Versuche — hervorgeht.

Dazu kommt, daß, wie nachgewiesen werden konnte (s. oben S. 272), die Wirkung des Saprols bei zunehmender Wassertiefe schwächer wird und bei einer Tiefe von 3 und 4 m ganz aufhört. Indessen soll auf diese Feststellung zunächst kein größeres Gewicht gelegt werden, da Saprol bei sachgemäßer Anwendung in der Regel nur bei Gewässern von geringer Tiefe Anwendung finden wird.

Die in kleinen stehenden Gewässern von geringerer Tiefe vorkommenden Tierarten sind nun, von Fröschen abgesehen, ohne jede wirtschaftliche Bedeutung. Die Frösche aber sind nicht nur von recht geringem wirtschaftlichen Wert, sondern auch in ihrem Vorkommen durchaus nicht ausschließlich auf die bei der Mückenbekämpfung in Betracht kommenden Gewässer beschränkt[1]). Da ferner als Fischnahrung im all-

[1]) Dabei soll noch unberücksichtigt bleiben, daß die Frösche, vor allem der Wasserfrosch *(Rana esculenta)* für die Fischerei zweifellos direkt schädlich sind.

gemeinen nur jene niederen Tiere von Bedeutung sind, die mit den Fischen zusammen im gleichen Gewässer leben — und die Überschichtung von Fischgewässern mit chemischen Mitteln wird ja allgemein abgeraten —, so läßt sich wohl der Satz aussprechen, daß durch die mit der Saprolisierung verbundene Vernichtung der in Pfützen, Lachen, stehenden Wassergräben und flachen, fischereilich nicht benützten Tümpeln lebenden Tiere irgendwie in Betracht fallende wirtschaftliche Verluste nicht bewirkt werden. Dies sei übrigens nur nebenbei bemerkt. Denn die gegen die Petrolisierung geltend gemachten Bedenken wurden ja, vor allem seitens des II. Deutschen Vogelschutztages, hauptsächlich im Hinblick auf den Naturschutz erhoben, indem gesagt wurde, daß die gesamte niedere Fauna und die gesamte Unterwasserflora unserer Tümpel restlos vernichtet und die Natur in ihrem Reichtum und ihrer Fülle des Interessanten geschädigt werde.

Aber auch hiervon kann keine Rede sein. Nehmen wir einmal an, es werde irgendwo die Mückenbekämpfung in der den Anweisungen entsprechenden Weise durchgeführt — für Fehler in der Anwendung der Vorschriften darf man diese selbst natürlich nicht verantwortlich machen —, dann werden alle kleineren stehenden Gewässer, soweit sie nicht durch Ableiten des Wassers oder durch Zuschütten beseitigt werden können oder aus wirtschaftlichen Gründen (Fischgewässer, Tränken usw.) unberührt bleiben müssen, für die Behandlung mit chemischen Mitteln in Betracht kommen. Es bleiben also mindestens alle fließenden Gewässer und alle größeren Seen oder seeartigen Gewässer unbehandelt, nicht nur den Anweisungen entsprechend, sondern schon aus dem Grunde, weil die Kosten und die praktische Durchführung dies bald als notwendig erweisen würden. Dazu kommt, daß die Mückenbekämpfung, ebenfalls schon mit Rücksicht auf die Kosten, in der Regel auf die nähere Umgebung von Ortschaften beschränkt bleiben wird. Wenn also auch durch Anwendung von Saprol die gesamte Tierwelt in den damit überschichteten kleineren und flacheren stehenden Gewässern getötet würde, so ist klar, daß dies doch nur in räumlich begrenzten Bezirken erfolgen könnte.

Nun ist aber bekannt, daß wohl alle in kleinen Gewässern lebenden Tierformen stets wieder von neuem in solche gelangen können. Es ist eine alltägliche Erfahrung, daß neu entstandene oder künstlich angelegte Teiche, Tümpel usw. oft schon nach kurzer Zeit durch allerlei Tiere besiedelt werden. Für die im Wasser lebenden fliegenden Insekten, wie Wasserwanzen und Wasserkäfer, die das Wasser ohnehin häufig verlassen, ist dies ohne weiteres klar, ebenso für jene Insekten, deren Larven im Wasser leben und sich aus den dahin abgelegten Eiern entwickeln. Von den einheimischen Amphibien lebt überhaupt keine Art dauernd im Wasser, wenngleich die Zeit des Wasserlebens und die Art des Aufenthaltwechsels nach den einzelnen Formen verschieden ist. Aber auch andere Tiere, die nicht das Wasser zeitweise verlassen oder ihre Eier dahin ablegen, können in andere oder neue Wasseransammlungen gelangen,

---

Was die Bedeutung der Frösche als Mückenvertilger betrifft, so sind übrigens, wie hier bemerkt werden kann, die Meinungen geteilt. Ich selbst glaube, daß Mücken vor allem von Laubfröschen in größerer Menge vernichtet werden; bei anderen Fröschen, die im allgemeinen größere Nahrung aufnehmen, dürften sie wohl mehr nebensächliche Bedeutung haben.

und zwar passiv durch Verschleppung, sei es in entwickeltem Zustande, sei es in Form von Eiern, besonders Dauereiern oder andern Dauerstadien, wie sie so vielen niederen Wassertieren zukommen. Gerade bei Tieren, die an die häufige Austrocknung ihrer Wohnplätze angepaßt sind, sind ja solche Dauerformen fast regelmäßig entwickelt. Daß nicht nur solche Dauerstadien, sondern auch aktiv lebende Tiere durch Wasservögel und Wasserinsekten verschleppt werden, daß schließlich auch manche Formen durch den Wind verbreitet werden, ist einwandfrei nachgewiesen und allgemein anerkannt[1]). Es ist also klar, daß in Gewässern, deren Tierleben durch die Überschichtung mit Saprol getötet wurde, eine Neubesiedlung leicht möglich ist.

Der hiergegen etwa zu erhebende Einwand, daß das Wasser durch die Behandlung zur Ansiedelnng mit neuen Tieren dauernd unbrauchbar geworden sei, ist nicht berechtigt. Denn es geht aus einigen der oben mitgeteilten Versuche hervor, daß bei einer Wassertiefe von 80—100 cm (Versuch 28 und 16) schon nach 2—3 Wochen eine Neubesiedlung mit Protozoen und Algen bemerkt werden kann und daß bei einem der Wassertiefe von 2 m entsprechenden Versuche nach 3 Wochen sogar wieder Daphniden in den Versuchsgefäßen erschienen. Dabei waren die Vernältnisse des in einem geschlossenen Raum angestellten Versuchs (16) viel ungünstiger als in der freien Natur, da es sich nur um die Wiederentwicklung von Keimen handeln konnte, die in dem gleichen Wasser sich erhalten hatten, und somit jede Erneuerung des Wassers, wie sie im Freien schon durch jeden Regen wenigstens teilweise stattfindet, ausgeschlossen war.

Bei dem allergrößten Teile der Gewässer aber, die bei sachgemäßer Anwendung der Anweisungen der Behandlung mit chemischen Mitteln unterworfen werden, handelt es sich um Wasseransammlungen, die vorübergehender Natur sind oder bei denen auch unter natürlichen Verhältnissen sehr häufig, wenn nicht sogar regelmäßig eine Vernichtung zahlreicher Tiere durch die Eintrocknung bewirkt wird. Die durch die Saprolbehandlung verursachte Schädigung der in Frage stehenden niederen Wassertiere ist daher keine größere, als sie bei sehr vielen der in Betracht kommenden Gewässer durch die fast in jedem Jahre sich ein- oder mehrmal wiederholende natürliche Austrocknung bewirkt wird.

Von einer restlosen Vernichtung der gesamten niederen Fauna und der gesamten Unterwasserflora unserer Tümpel kann also nicht gesprochen werden.

Nun mag es ja vorkommen, daß, wenn an einem Orte die Mückenbekämpfung durchgeführt werden soll, einige Gewässer mit in Betracht kommen, die dem Naturfreund oder dem Naturforscher als Standort seltener Pflanzen oder als Wohnstätte seltener Tierarten bekannt sind. Wo dies zutrifft, da wird es ein Leichtes sein, diese Stellen unter besondere Obhut zu nehmen. In der vom Kaiserl. Gesundheitsamte herausgegebenen Denkschrift über die Mückenplage wie auch in anderen Anweisungen

[1]) Ich verweise hierfür auf Lampert, Das Leben der Binnengewässer, 2. Aufl., S. 610, ferner Steuer, Planktonkunde, S. 514.

ist ausdrücklich betont, daß die Leitung der Bekämpfungsarbeiten sachverständigen Persönlichkeiten anvertraut werden solle, und daß sich hierzu besonders Persönlichkeiten eignen, die in der Naturbeobachtung geschult sind (a. a. O. S. 28); im einzelnen werden unter anderen Forst- und Fischereibeamte, Stadtgärtner, Lehrer der Naturgeschichte als zur Übernahme der Leitung besonders geeignet empfohlen. Soweit also nicht schon überhaupt seitens der Leitung die als Fundorte seltener oder besonders interessanter Tier- und Pflanzenarten bekannten Gewässer besonders berücksichtigt werden, dürfte es wohl sicher möglich sein, das hierfür nötige Verständnis bei ihr zu finden.

Derartige Gewässer brauchen aber deshalb durchaus nicht ganz unbehandelt zu bleiben, da ja außer Saprol auch noch andere, die Tier- und Pflanzenwelt wenig oder, — wie das Petroleum — gar nicht schädigende Mittel zu Gebote stehen.

2. Vögel und Säugetiere.

Bei der Anstellung der Versuche an Vögeln erschien es angebracht, solche Arten zu verwenden, die unter natürlichen Verhältnissen möglicherweise mit chemischen Mitteln überschichtetes Wasser aufnehmen könnten, und auch von diesen nur Tiere, die schon einigermaßen gut eingewöhnt waren, um nicht das Ergebnis durch Verluste aus anderen Ursachen zu trüben. Von Singvögeln konnten außer Sperlingen, die in größerer Menge zur Verfügung standen, einzelne Exemplare von Amseln *(Turdus merula)* und Goldammer *(Emberiza citrinella)* in Versuch genommen werden. Von anderen Vögeln schienen mir vor allem Hühner und Enten in Betracht zu kommen, da diese besonders bei der Behandlung von Tümpeln und Jauchepfützen in Gärten und Dörfern in die Lage versetzt werden können, die zur Mückenbekämpfung dienenden chemischen Mittel bei Befriedigung ihres recht großen Trinkbedürfnisses aufzunehmen. An Kanarienvögeln, deren Verwendung wegen der Leichtigkeit der Materialbeschaffung nahezuliegen schien, habe ich Versuche zwar angestellt; sie sind jedoch nicht einwandfrei, da stets auch von den unbehandelten Kontrollen einige Tiere eingingen. Da dies auch bei weiteren, von Händlern beschafften Vögeln immer, noch bevor sie in Versuch genommen wurden. der Fall war, verzichtete ich auf weitere Versuche und sehe daher auch davon ab, solche hier genauer wiederzugeben. Es genüge die Bemerkung, daß in einem Versuche, bei dem die Kanarienvögel mit Saprolwasser, mit Petroleumwasser und mit gewöhnlichem Wasser getränkt wurden, von den zu jedem Versuche benützten zwei Vögeln je einer einging. Ein derartiger Versuch ist natürlich wertlos.

Versuche an Säugetieren habe ich selbst nicht angestellt, da solche gleichzeitig von Herrn Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Rost ausgeführt wurden (s. oben S. 240 ff.).

A. Versuche an Vögeln.

49.

Versuchsraum: Um auszuschließen, daß die Tiere irgendwie anderes, als das zu dem Versuche dienende Wasser aufnehmen könnten, wurde der Versuch in einem abgeschlossenen Geflügelhaus ausgeführt. Die Fenster und die daneben befindlichen Wandflächen wurden mit

Zweigen bedeckt, um zu verhindern, daß sich die gegen das Licht fliegenden Tiere verletzen können.

Versuchstiere: 7 Sperlinge.

Behandlung: Die Tiere wurden nur mit trockenem Hafer gefüttert. Das Wasser wurde in einer flachen Glasschale von 23 × 28 cm Oberfläche gereicht. Es wurden in dieser Schale 2 l Wasser mit 1,3 ccm Saprol überschichtet. Diese Menge entspricht der bei der Mückenbekämpfung üblichen.

Ergebnis: Der Versuch dauerte 20 Tage, bis alles Wasser verdunstet war. Sämtliche Tiere blieben am Leben; sie flogen nach wie vor munter umher und ließen keinerlei Schädigungen erkennen. Da sich rings um die Schale an verschiedenen Stellen Kot von den Sperlingen fand, müssen sie auf dem Rande der Schale gesessen haben. Daß die Tiere von dem Wasser getrunken haben, kann daraus geschlossen werden, daß ihnen anderes nicht zur Verfügung stand und daß später, nach Abschluß des Versuchs 50, als sie einmal 3 Tage ganz ohne Wasser gelassen wurden, 3 von ihnen eingingen.

50.

Versuchsraum: wie bei Versuch 49.

Versuchstiere: die gleichen Sperlinge wie bei Versuch 49.

Behandlung: Als das Wasser in Versuch 49 verdunstet war, wurde unmittelbar in die gleiche Schale eine Menge von 2 Liter Wasser gegeben, die aber diesmal mit 2,6 ccm Saprol bedeckt wurden, also doppelt so viel, als der bei der Mückenbekämpfung üblichen Menge entspricht. Die übrigen Versuchsbedingungen blieben die gleichen wie bei Versuch 49.

Ergebnis: Nach 20 Tagen war das Wasser wieder nahezu verdunstet. Alle Vögel waren am Leben und befanden sich wohl. Sie hatten jetzt also während 6 Wochen nur mit Saprol überschichtetes Wasser zur Verfügung gehabt. Als das Wasser in der Schale vollständig verdunstet war, wurden die Tiere 3 Tage ohne Wasser gelassen. Die Folge war, daß nach dieser Frist 3 von ihnen eingingen.

51.

Versuchsraum: wie bei Versuch 49.

Versuchstiere: die 4 Sperlinge, die von Versuch 50 übrig geblieben waren, sowie 4 weitere Sperlinge.

Behandlung: Das in der gleichen Schale wie bei Versuch 49 und 50 gereichte Wasser (2 l) wurde mit 2,6 ccm Larviol A bedeckt. Nach Verdunsten einmal durch die gleiche Flüssigkeit ersetzt.

Ergebnis: Nach 32 Tagen sind alle Sperlinge noch am Leben, ohne Krankheitserscheinungen zu zeigen.

52.

Versuchsraum: wie bei Versuch 49.

Versuchstiere: 8 Sperlinge, die schon alle zu dem Versuch 51 gedient hatten (4 von ihnen waren auch schon zu Versuch 49 und 50 verwendet worden); 1 Amsel; 1 Goldammer; 1 Hahn und 1 Huhn, die vorher eine Infektion mit Spirochaeton überstanden hatten.

Behandlung und Ergebnis: Zunächst wurde zu den 8 Sperlingen, die zu Versuch 51 gedient hatten, in den gleichen Raum und unter den gleichen Versuchsbedingungen wie früher 1 Huhn eingesetzt. Die Tiere erhielten als Trinkwasser 2 Liter Wasser, das in einer Schale von 23 × 28 cm Oberfläche mit 1,3 ccm Saprol überschichtet war. Nach 1 Tag wurde 1 Sperling tot aufgefunden — der erste seit Beginn der Versuche. Die Untersuchung ergab, daß er ziemlich stark mit Vogelmalaria infiziert war. Da im weiteren Verlauf des Versuchs ebenso wie bisher kein Sperling mehr starb, so darf wohl angenommen werden, daß die Malaria, und jedenfalls nicht das Saprolwasser, die Todesursache war. Nach 2 Tagen wurde noch 1 Hahn dazu gesetzt, am 6. Tage auch eine inzwischen gefangene Amsel. Mit Rücksicht auf diese mußte die Fütterung etwas verändert werden; die Tiere erhielten jetzt außer trockenem Hafer auch etwas Hundekuchen und abgekochte Kartoffeln.

Am 12. Tage war alles Wasser verdunstet und wurde durch Wasser, das wieder mit 1,3 ccm Saprol überschichtet wurde, ersetzt. Am folgenden, 13. Tage, wurde ein neu gefangener Goldammer in den Versuchsraum eingebracht. Am 7. Tage nach dem Wechseln des Wassers war

das Wassergefäß wieder leer. Nun wurde das frisch zugesetzte Wasser mit der doppelten Menge Saprol wie vorher überschichtet; nach 6 Tagen Ersatz mit der gleichen Menge Wasser und dem gleichen Saprolzusatz. Nach weiteren 6 Tagen wurde der Versuch beendet.

Es hatten also erhalten:

	Wasser mit		Gesamtdauer des Versuchs
	1,3 ccm Saprol	2,6 ccm Saprol	
8 Sperlinge[1]	19 Tage	12 Tage	31 Tage
1 Huhn	19 „	12 „	31 „
1 Hahn	17 „	12 „	29 „
1 Amsel	13 „	12 „	25 „
1 Goldammer	6 „	12 „	18 „

Mit Ausnahme des einen Sperlings, der wahrscheinlich an Vogelmalaria einging, blieben alle Vögel während der ganzen Dauer der Versuche am Leben. Da während dieser Zeit anderes Wasser für die Tiere nicht erreichbar war, und sie erfahrungsgemäß nicht lange dürsten können, so kann auch hier wieder allein schon aus der Tatsache, daß sie am Leben blieben, geschlossen werden, daß sie von dem saprolisierten Wasser getrunken haben mußten. Um aber auch jeden Zweifel darüber auszuschließen, wurde noch durch unmittelbare Beobachtung festgestellt, daß sie wirklich das saprolisierte Wasser tranken.

Zu diesem Zwecke wurde zweimal das Wasser nicht sofort nach dem Leerwerden des Gefäßes erneuert, sondern es wurde etwa $^1/_2$—1 Tag mit der Erneuerung gewartet, so daß die Vögel während dieser Zeit dürsten mußten. Es war zu erwarten, daß sie dann bei Zugabe neuen Wassers sofort davon trinken würden. Da die Vögel etwas schou waren, wurde ein kleines, auf den Vorplatz des Versuchsraumes führendes Fenster von außen durch Papier verhängt, das mit einigen Löchern versehen wurde, so daß es möglich war, die Vögel ohne Störung zu beobachten. Sofort nach Einsetzen des neuen, mit 1,3 ccm Saprol überschichteten Wassers näherten sich der Hahn und das Huhn dem Gefäß und tranken mit Pausen etwa 15 Minuten lang in der üblichen Weise; beide Tiere tauchten zum Trinken den Schnabel mindestens 15—20 mal in die Flüssigkeit. Man bemerkte allerdings, daß sie einen gewissen Widerwillen zeigten und zwischen dem Trinken den Schnabel öfter am Rande des Gefäßes abwischten. So lange die Hühner am Trinkgefäße sich aufhielten, schienen sich die andern Vögel, die zwar auch herbeikamen, nicht recht heranzutrauen; dann aber tranken auch sie, zuerst die Amsel, bei der 17 maliges Eintauchen des Schnabels gezählt wurde, dann auch die Sperlinge, bei denen wegen der größeren Zahl die Häufigkeit des Trinkens nicht festgestellt werden konnte. Diese Feststellung erfolgte auch in den anderen Fällen nur deshalb, weil in der Erklärung des Bundes für Vogelschutz seinerzeit behauptet worden war (s. oben S. 254), daß die Tiere schon nach einmaligem Eintauchen der Zunge in das saprolisierte Wasser unter Qualen zugrunde gingen.

In einem zweiten Falle, bei dem die Vögel vor Erneuerung des Wassers ebenfalls dursten mußten, wurde mit 2,6 ccm Saprol überschichtet; auch in diesem Falle konnte durch unmittelbare Beobachtung festgestellt werden, daß sowohl die Hühner, wie die Amsel und die Sperlinge von dem saprolisierten Wasser tranken. Den Goldammer habe ich niemals trinken gesehen, was aber wohl nur darauf beruht, daß er sehr scheu war und bei Annäherung anderer Vögel immer sofort sich vom Trinkgefäß entfernte. Die Dauer des Versuchs (18 Tage) beweist aber, daß auch dieser Vogel von dem saprolisierten Wasser getrunken haben muß.

53.

Versuchsraum: Drahtvolière im Freien, die mit einer Wand an ein Geflügelhaus angebaut ist. In der Mitte befindet sich ein gemauertes Becken von 0,8 × 1 m Seitenlänge; in dieses führt eine Abschrägung des Bodens, die, bei einer Wassertiefe im Becken von 28 cm, in einer Fläche von 0,84 × 0,3 m von Wasser bedeckt ist. Die gesamte Wasseroberfläche beträgt

[1]) 1 Sperling starb nach 1 Tag (s. oben), wahrscheinlich an Vogelmalaria.

also etwa 1,052 qm und wird mit 20 ccm Saprol überschichtet. Um eine Entfernung des Saprols durch etwaigen Regen zu verhindern, wird die ganze Volière mit Dachpappe bedeckt.

Versuchstier: 1 Ente.

Ergebnis: Die Ente lebte in dem Versuchsraum 7 Tage, ohne irgend welche Erscheinungen zu zeigen. Daß sie in das Wasser ging, zeigte nicht nur deutlich ihr weißes Gefieder, das am ganzen Bauch durch das Saprol stark verunreinigt war — auch der Schnabel war anscheinend mit Saprol beschmiert —, sondern konnte auch wiederholt unmittelbar beobachtet werden. Das Tier ist noch am Leben.

B. Wirkung der Überschichtung des Wassers mit chemischen Mitteln auf Vögel und Säugetiere.

Aus den vorstehend berichteten Versuchen an verschiedenen Vögeln (Sperling, Amsel, Goldammer, Huhn, Ente) folgt, daß die Überschichtung des Wassers mit Saprol oder Larviol A in der bei der Mückenbekämpfung üblichen Weise für Vögel, die derartiges Wasser zum Trinken aufnehmen, keinerlei Nachteile nach sich zieht, selbst dann nicht, wenn die Tiere mehrere Wochen hindurch ausschließlich darauf angewiesen sind. Auch die Anwendung einer Menge von Saprol oder Larviol A, die doppelt so groß ist, wie die bei der Mückenbekämpfung übliche, läßt keine Schädigung erkennen (Versuch 49 und 50). Angesichts dieser Erfahrungen wie der Ergebnisse der Versuche Rosts an Säugetieren habe ich von der Anstellung besonderer Versuche mit Petroleum an Vögeln abgesehen.

Aus den Versuchen, die Rost an Hunden angestellt hat, geht hervor, daß Petroleum — es wurden mehrere Sorten untersucht — sogar in unverdünntem Zustande nur schwache Giftwirkungen zeigt. Selbst wenn Hunden von 9—11 kg Körpergewicht während 55 Tagen 39 mal Petroleum in Gaben bis zu 27 ccm in den Magen eingeführt wurde, ließen sich niemals irgendwelche dauernden Erkrankungen erkennen. Dasselbe war bei Einverleibungen von Saprol in Mengen von je 2 bis 4 ccm (in je 100 ccm Wasser) der Fall, die im Laufe von etwa 1 $^1/_2$ Monaten 32 mal erfolgten. Im Falle der Überschichtung von 1 qm Wasseroberfläche mit 20 ccm Saprol kommt nun bei einer Tiefe von nur 10 cm die geringe Menge von 0,02 ccm Saprol auf 100 ccm Wasser, also $^1/_{100}$ bis $^1/_{200}$ der Mengen Saprol, die an Hunde noch ohne jede Schädigung verabreicht werden konnten; bei Petroleum ist das Verhältnis sogar noch viel günstiger. Daraus folgt mit Sicherheit, daß auch bei Säugetieren eine Schädigung durch die Aufnahme saprolisierten Wassers ganz ausgeschlossen ist.

Diese Ergebnisse stehen nun in schroffem Widerspruch zu den Angaben, die in der Erklärung des II. Deutschen Vogelschutztages enthalten sind. Dort heißt es, daß, wie ausführliche Versuche der Senckenbergischen Gesellschaft dartun, Saprol selbst in schwacher Lösung auch alle höheren Tiere, die nur ihre Zunge damit benetzen, in kurzer Zeit unter schweren Qualen tötet. Saprolisierte Wasserplätze würden also z. B. zahlreiche Vögel, die zur Tränke kommen, vernichten.

Auf Erkundigungen, die das Kaiserl. Gesundheitsamt sowohl bei dem Vorsitzenden des II. Deutschen Vogelschutztages, als auch bei der Senckenbergischen Gesellschaft in Frankfurt a. M. einzog, teilte ersterer mit, daß er die Bitte um Auskunft an den wissenschaftlichen Direktor am Zoologischen Garten in Frankfurt a. M.

weitergegeben habe, von dem die Frage innerhalb der Senckenbergischen Gesellschaft bearbeitet worden sei. Eine Nachricht von diesem ist jedoch nicht eingegangen. Von dem Direktor der Senckenbergischen Gesellschaft wurde mitgeteilt, daß einzelne Versuche über die Wirkung des Saprols bei der Schnakenbekämpfung von einigen Mitgliedern der Gesellschaft angestellt worden seien. Die Ergebnisse der Versuche seien in einer im 4. Hefte des 42. Berichtes der Gesellschaft erschienenen Arbeit des Herrn Dr. Sack „Aus dem Leben unserer Stechmücken" veröffentlicht. Die in dieser, schon oben (S. 276) angeführten Arbeit enthaltenen Angaben scheinen somit die alleinige Unterlage der von dem II. Deutschen Vogelschutztage gegen die Saprolisierung und Petrolisierung erhobenen Bedenken zu bilden [1]).

In der Arbeit von Sack findet sich über die Wirkung von Saprol auf Vögel und Säugetiere nur folgende Bemerkung: „Es kommt noch hinzu, daß das Wasser durch das Saprol für das Wild und die Vögel ungenießbar wird, und daß kleine Vögel, die, vom Durst getrieben, saprolisiertes Wasser trinken, zugrunde gehen." Ob sich diese Bemerkung auf Erfahrungen in der freien Natur, oder auf Versuche gründet, ist nicht angegeben. Wenn aber tatsächlich ausführliche Versuche, auf die der II. Deutsche Vogelschutztag Bezug genommen hat, angestellt worden wären, würden sie wohl hier angeführt worden sein.

Die von Rost an Säugetieren und von mir an Vögeln angestellten Versuche beweisen, daß der Zusatz von Saprol zu Wasser in den bei der Mückenbekämpfung üblichen Mengen dies für Vögel und Säugetiere weder ungenießbar, noch in irgendwie erkennbarer Weise schädlich macht.

Aber auch aus der Praxis der Mückenbekämpfung sind mit Sicherheit erwiesene Schädigungen von Vögeln oder Säugetieren durch Saprol oder Petroleum bisher — wenigstens mir selbst — nicht bekannt geworden. Gelegentlich ausgesprochene Befürchtungen können natürlich nicht schon als Beweis angesehen werden. Aus der Literatur kenne ich nur zwei Fälle, in denen eine Schädigung von Vögeln durch Saprol behauptet wurde.

In der Sitzung der Vereinigung zur Bekämpfung der Mücken- oder Schnakenplage — Baden-Baden, 18. April 1911 — wurde auf eine Anfrage, ob es richtig sei, daß in Heidelberg Vögel eingegangen seien, die von dem Wasser getrunken haben, das zur Vernichtung der Schnakenbrut mit Petroleum oder Saprol übergossen war, von einem Vertreter der Stadt Heidelberg, Stadtrat Sendele, erwidert: „Das Forstamt

[1]) Laut einem Protokoll über die Sitzung des Arbeitsausschusses der Vereinigung zur Bekämpfung der Stechmücken- oder Schnakenplage in Baden vom 12. April 1912 berichtete der Schriftführer der genannten Vereinigung, Hauptlehrer Glaser in Mannheim, daß ihm auf eine Anfrage von der Senckenbergischen Gesellschaft mitgeteilt worden sei, daß der II. Deutsche Vogelschutztag mit seinen Behauptungen wohl zu weit gegangen sei.

B. Heymann, der auf der 37. Versammlung des Deutschen Vereins für öffentliche Gesundheitspflege in Breslau (1912) ein ausführliches Referat über die Mückenplage und ihre Bekämpfung erstattete, erwähnt im Schlußwort zur Diskussion über seinen Vortrag, daß er den Deutschen Bund für Vogelschutz um Mitteilung von Erfahrungen oder Versuchen, betr. Beeinträchtigung der Vogelwelt durch die Behandlung der Tümpel mit Chemikalien gebeten, aber keine Antwort erhalten habe. (In: Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege, 45. Band, 1. Heft, 1913).

Heidelberg hat festgestellt, daß Vögel zugrunde gegangen sind, aber es konnte nicht nachgewiesen werden, ob die Schuld dem Petroleum oder Saprol zugeschoben werden muß." Hauptlehrer Glaser, der Schriftführer der genannten Vereinigung und einer der Leiter der von der Stadt Mannheim durchgeführten Bekämpfungsmaßnahmen, erwiderte, es sei nicht nachgewiesen, daß die Vögel daran zugrunde gegangen seien, daß sie von den mit Petroleum oder Saprol getränkten Gewässern getrunken haben. Der Vorsitzende der Vereinigung, Freiherr Böcklin von Böcklinsau, faßte das Ergebnis der Aussprache dahin zusammen, daß es noch nicht feststehe, daß das mit Saprol getränkte Wasser den Tieren schädlich sei[1]).

Der gleiche Heidelberger Fall wurde auf der Hauptversammlung des Bundes Deutscher Verkehrsvereine in Worms — 1911 — zur Sprache gebracht. Dort erwähnte Bopp-Freiweinheim in einem Vortrage über „Die Schnakenplage", es sei, soviel ihm bekannt, in Heidelberg die Beobachtung gemacht, daß eine Menge Singvögel in der näheren Umgebung Heidelbergs zugrunde gegangen seien, und zwar habe man dieselben verdurstet aufgefunden, weil durch den Saprolüberzug ihre gewöhnlichen Trinkplätze vernichtet worden waren. Demgegenüber wurde jedoch von Stadtrat Ostertag-Karlsruhe, vermutlich auf Grund der soeben erwähnten Verhandlungen der Vereinigung zur Bekämpfung der Mücken oder Schnakenplage in Baden-Baden, an welcher er ebenfalls teilgenommen hatte, festgestellt, daß jene Nachricht nicht aufrecht erhalten werden könne.

Über einen zweiten Fall, bei dem eine Schädigung von Vögeln durch Saprol in Betracht gezogen wurde, ist dem Kaiserl. Gesundheitsamt vom Rat der Stadt Leipzig Mitteilung gemacht worden. Nach den von der Fabrik dem Saprol beigegebenen Gebrauchsanweisungen war die Flüssigkeit zunächst mit Gießkannen aufgetragen worden. Doch zeigten sich sehr bald Erscheinungen, die zu anderen Maßnahmen mahnten. Die Folge des nach den Gebrauchsanweisungen eingeschlagenen Verfahrens war die Abtötung sämtlicher Lebewesen, die sich im Wasser befanden oder zufällig hineingelangten. So wurden mehrfach Frösche, die in die übergossene Fläche hineingesprungen oder des Versuchs wegen hineingesetzt worden waren, innerhalb einiger Minuten getötet[2]). Auch eine Wildente, die in den seichten Gräben wahrscheinlich Schlammfuttter gesucht hatte, wurde daneben verendet aufgefunden. Als dann das Saprol später mit dem Maurer- (Tüncher-) Pinsel auf das Wasser aufgespritzt wurde, wodurch eine dünnere Schicht gebildet werden konnte, wurde ein Absterben von größeren Wassertieren, wie Fröschen und Molchen nicht mehr beobachtet.

Da außer der einen, verendet aufgefundenen Wildente andere tote oder kranke Vögel nicht beobachtet wurden, kann man wohl auch in diesem Falle nicht von dem

[1]) Aus einem an das Bürgermeisteramt der Stadt Mannheim erstatteten Berichte der Leiter der dortigen Bekämpfungsmaßnahmen, Gartenbauingenieur Keerl und Hauptlehrer Glaser, der im Mannheimer Tageblatt vom 2. Juli 1911, Nr. 178 abgedruckt ist, ist folgende Angabe von Interesse: „Als Bekämpfungsmittel wurde städtischerseits in der Hauptsache Saprol, mit Petroleum vermischt, verwendet. Trotz ausgiebiger Anwendung dieses Mittels ist bis jetzt noch in keinem Falle beobachtet worden, daß Frösche und Fische, wie so oft von Gegnern der Schnakenbekämpfung behauptet wird, Schaden gelitten hätten."

[2]) Vergl. hierzu oben S. 278.

Nachweis einer Schädigung sprechen; denn ein wirklicher Beweis dafür, daß die Vergiftung mit Saprol die Ursache des Todes der Ente war, ist nicht erbracht. Man findet in der Natur gelegentlich auch einmal eine Vogelleiche an Orten, an die nie auch nur ein Tropfen Saprol hingelangt ist. Die experimentellen Erfahrungen an Vögeln, insbesondere an Enten selbst, über die ich oben berichtet habe, machen es in hohem Maße wahrscheinlich, daß es sich hier um einen Zufall handelt. Dies kann um so sicherer behauptet werden, als in andern Fällen bei Berichten über die praktische Mückenbekämpfung ausdrücklich eine Schädigung der Tierwelt durch die Saprolbehandlung der Gewässer in Abrede gestellt wird.

So wandte sich die schon oben genannte Vereinigung zur Bekämpfung der Mücken- oder Schnakenplage in einem Rundschreiben vom 6. August 1911, das auch dem Kaiserl. Gesundheitsamte zuging, auf Grund der an zahlreichen Orten des Großherzogtums Baden und an den eigenen Versuchsstationen der Vereinigung gewonnenen Erfahrungen in sehr nachdrücklicher Weise gegen die Behauptung des II. Deutschen Vogelschutztages, die durch Versuche sicherlich nicht festgestellt sei. Durch Versuche in ihrer Versuchsstation wie auch im großen Umfang im Freien sei bewiesen, daß bei richtiger Arbeit weder Vögel, Fische, Frösche und sonstige Wassertiere und nicht in einem einzigen Falle Unterwasserpflanzen Schaden genommen haben[1]).

Und ebenso betont P. Mühlens, der auf Veranlassung des Senats und der Bürgerschaft von Hamburg und im Auftrage des Direktors des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten in dem Hamburgischen Walddorfe Wohldorf-Ohlstedt im Jahre 1911 einen größeren Versuch einer systematischen Mückenvertilgung durchführte, in seinem sehr beachtenswerten ausführlichen Berichte, daß, obwohl im ganzen 1000 Liter Saprol und ca. 200 Liter Petroleum verbraucht wurden, keinerlei Klage über Schaden an Tieren, Bäumen und dergleichen verlautet sei. Der Förster und die Waldarbeiter seien wiederholt von ihm in diesem Sinne befragt worden, er glaube kaum, daß Tiere an saprolisiertes Wasser herangehen und sich so vergiften können[2]).

Die Ergebnisse der vorstehenden Erörterungen lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

1. Durch die Erfahrungen der praktischen Mückenbekämpfung sind keine Beobachtungen, die eine Beeinträchtigung der einheimischen Vogelwelt, des Wildes und der Haustiere beweisen, sichergestellt.

2. Bei den im Kaiserl. Gesundheitsamt an Vögeln und Säugetieren

---

[1]) Eine genauere Mitteilung über diese Versuche ist mir nicht bekannt geworden.

[2]) P. Mühlens, Ein größerer Versuch der Mückenvertilgung in der Gemeinde Wohldorf-Ohlstedt bei Hamburg. In: Beihefte z. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg., Band 16, Beiheft 1, 1912 (Verhandl. d. Deutschen Tropenmedizin. Gesellsch., 4. Tagung, 17.—20. Sept. 1911), S. 72. Vergl. ferner: P. Mühlens, Die Bekämpfung der Mückenplage. In: Die Umschau, XV. Jahrg., Nr. 52, 1911, S. 1085.

Im Freien werden die Vögel allerdings, so lange sie irgendwo anderes Wasser finden, das saprolisierte Wasser sicherlich meiden. Unter dem Zwange des Durstes aber überwinden sie, wie meine Beobachtungen gezeigt haben, ihren Widerwillen und nehmen auch das ihnen sicher nicht angenehme Wasser auf (vgl. S. 283).

angestellten Versuchen konnten Schädigungen der Versuchstiere durch Mengen von Petroleum oder Saprol, wie sie bei der Mückenbekämpfung zur Überschichtung des Wassers benützt werden, nicht nachgewiesen werden.

3. Die im Interesse des Vogelschutzes gegen die Petrolisierung und Saprolisierung von Wasseransammlungen erhobenen Bedenken sind nach den zurzeit vorliegenden Erfahrungen nicht begründet.

Schluß.

Die vorstehenden Untersuchungen an Wassertieren und Vögeln, sowie die Versuche von E. Rost an Säugetieren haben gezeigt, daß die Bedenken, die im Interesse des Naturschutzes gegen die Bekämpfung der Mückenbrut durch Überschichtung kleiner stehender Gewässer mit chemischen Mitteln erhoben wurden, hinfällig sind.

Ausdrücklich muß aber auch hier nochmals betont werden — worauf schon in einem früheren Abschnitt (S. 256) hingewiesen wurde —, daß die Behandlung von Gewässern mit chemischen Stoffen nicht die einzige Maßregel ist, die uns zum Kampfe gegen die Mückenbrut zu Gebote steht, und daß vor allem das Saprol, das unter den gebräuchlichen Mitteln allein eine, allerdings nur vorübergehende Schädigung der Wassertierwelt bewirkt, nicht die einzige zur Überschichtung brauchbare Flüssigkeit darstellt.

In den vom Kaiserl. Gesundheitsamt gegebenen Anweisungen wird ausdrücklich betont, daß nicht wahllos jedes Gewässer mit Petroleum oder Saprol übergossen werden soll, und auch in den meisten andern Vorschriften finden sich entsprechende Hinweise. Ein derartiges Verfahren wäre auch nicht weniger verkehrt, als wenn man ohne weiteres alle stehenden Gewässer ausnahmslos beseitigen oder alle Wasserläufe, die zur Entstehung von vorübergehenden Wasseransammlungen Veranlassung geben, derartig regulieren wollte, daß sich solche Ansammlungen nicht mehr bilden können — ohne vorher zu erwägen, ob eine solche Maßregel nicht unter Umständen tiefgreifende Veränderungen in der land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung des betreffenden Gebiets zur Folge haben kann. Derartige Erwägungen, wie die Höhe der Kosten zwingen sicherlich in vielen Fällen, von einer Bekämpfung der Mückenplage durch Beseitigung der Brutplätze abzusehen, die in der Regel, wie die Mückenbekämpfung überhaupt, nur im Gebiete und in der Umgebung von Wohnorten, wo sie auch am nötigsten ist, in Betracht kommen dürfte.

Gerade in solchen Fällen aber, in denen eine Beseitigung der Brutplätze nicht möglich ist, wird die Behandlung kleinerer stehender Gewässer mit chemischen Mitteln in der Regel die bequemste, am raschesten wirksame und den sichersten Erfolg verbürgende Maßregel sein, die zur Bekämpfung der Mückenplage ergriffen werden kann.

Auf die Selbstregulierung der Mückenplage durch die Natur, worauf auch aus den Kreisen des Naturschutzes hingewiesen wird, kann man sich gerade da, wo die Bekämpfung der Mücken am nötigsten ist, im Gebiete und in der unmittelbaren Um-

gebung von größeren Wohnorten, auf keinen Fall verlassen; denn daß der Reichtum an Vögeln, auf deren Hilfe man vielfach in erster Linie rechnet, gerade hier sehr zu wünschen übrig läßt, ist leider nur zu bekannt.

Es ist hier nicht der Ort, die Aussichten der Bekämpfung der Mücken durch ihre natürlichen Feinde genauer zu besprechen. Aber das muß doch betont werden, daß die Erfahrungen, die man bei der Bekämpfung von landwirtschaftlich oder forstwirtschaftlich wichtigen schädlichen Insekten in dieser Hinsicht gemacht hat, trotz einzelner unbestreitbarer Erfolge keine sehr großen Hoffnungen zu erwecken vermögen. Eine Einschränkung in der Ausbreitung eines Schädlings durch seine natürlichen Feinde kommt vor allem meist nur allmählich zustande; sie setzt ferner in der Regel voraus, daß die Vermehrung der Feinde im Vergleich mit der Raschheit, mit der sich der Schädling vermehrt, nicht allzu langsam erfolgt. Die künstliche Züchtung der Schädlingsfeinde gestaltet sich überdies oft recht schwierig. Unter den Mückenfeinden dürften hierfür wohl überhaupt nur Fische in Betracht kommen, mit denen man tatsächlich auch an entsprechenden Stellen — hierfür eignen sich aber nicht alle — nach den vorhandenen Angaben gute Erfahrungen gemacht hat. Die künstliche Vermehrung anderer Mückenfeinde, wie von Fröschen, besonders Wasserfröschen, Wasserkäfern und Wasserwanzen, dürfte überdies in der Nachbarschaft fischereilich bewirtschafteter Gewässer nicht gerade erwünscht sein, da diese Tiere, die ja leicht andere Gewässer aufsuchen, besonders der Fischbrut sehr großen Schaden zufügen können.

Man wird also bei der Bekämpfung der Mückenbrut im großen in der Regel die Überschichtung von Gewässern mit chemischen Mitteln nicht gut entbehren können.

Nun ist aber gar nicht gesagt, daß dazu ausschließlich und allein Saprol benützt werden müßte. Die Mückenbekämpfung erfordert nur ein Mittel, das sich leicht und gleichmäßig in einer dünnen Schicht auf der Wasseroberfläche ausbreitet und nicht allzu rasch verdunstet. Eine desinfizierende Wirkung, wie sie das ursprünglich nur zu solchen Zwecken hergestellte Saprol besitzt, ist durchaus nicht erforderlich, also vollkommen entbehrlich. Tatsächlich benützt man in Amerika, wo die Mückenbekämpfung an vielen Orten — übrigens mit bedeutenden Erfolgen — in größtem Maßstabe durchgeführt worden ist, wohl fast ausschließlich Petroleum. Wenn man in Deutschland dem Saprol an vielen Orten den Vorzug gegeben hat, so beruht dies, nach Äußerungen aus der Praxis, vor allem darauf, daß dieses Mittel sich besser als Petroleum auf der Wasseroberfläche ausbreiten, infolgedessen kleinere Mengen erfordern soll, und dadurch vielleicht auch geringere Kosten verursacht, weil es nicht feuergefährlich sei und weil es nicht so rasch verdunste. Unbrauchbar ist aber auch das Petroleum nicht, wie ja auch seine Verwendung an vielen Orten beweist; seine Anwendung ist anscheinend nur etwas schwieriger und umständlicher. Wo also die Erhaltung einzelner Tiere mit Rücksicht auf das Interesse, das sie für den Naturforscher oder Naturfreund bieten, besonders wünschenswert erscheint, da läßt sich die Mückenbekämpfung z. B. durch die Anwendung von Petroleum, das, wie ich gezeigt habe, durchaus nicht die von verschiedenen Seiten behauptete Schädlichkeit besitzt, auch unter Schonung jener Tiere durchführen. Überdies haben die Mittel, die, den

Wünschen der Praxis entsprechend, in den letzten Jahren auf den Markt gebracht wurden, teilweise diesen Wünschen schon Rechnung getragen. Zu diesen Mitteln gehören z. B. Larviol A und B, die auch bei den Versuchen, über die hier berichtet wurde, schon in Betracht gezogen wurden. Wie sich aus den Versuchen ergab, sind sie erheblich weniger giftig als Saprol. Wenn sie sich also bei Anwendung im großen bewähren, worüber allein die praktische Mückenbekämpfung entscheiden kann, dann werden auch sie imstande sein, die Überschichtung mit chemischen Mitteln mit geringeren Nachteilen für die übrige Tierwelt auszuführen. Vielleicht gelingt es auch, durch passende Mischungen des Petroleum mit andern Stoffen günstige Ergebnisse zu erzielen. So hat man schon Mischungen von Petroleum mit Saprol benützt, die anscheinend schonender wirken als Saprol allein [1]), und ebenso Mischungen von Petroleum mit Larviol, die nach den Angaben von Teichmann (s. oben S. 276) ebenfalls vorteilhaft sein sollen. Schließlich ist es nicht ausgeschlossen, daß die Industrie noch passendere Mittel zu erzeugen imstande sein wird.

Die Behörden, welche die Mückenbekämpfung empfehlen oder anordnen, wie die Persönlichkeiten, die an den einzelnen Orten mit der Leitung der einschlägigen Arbeiten betraut sind, werden zweifellos überall dem durchaus berechtigten und nur förderns werten Kern der Naturschutzbewegung, Naturgebilde nicht ohne zwingenden Grund zu gefährden, in möglichst weitgehendem Maße Rechnung zu tragen bereit sein. Soweit allerdings die Mückenbekämpfung sich nicht ohne die gleichzeitig bewirkte örtliche Vernichtung einzelner, wirtschaftlich nicht in Betracht kommender Tiere und Pflanzen durchführen läßt — die übrigens nicht nur bei der Behandlung von Gewässern mit chemischen Mitteln, sondern in viel gründlicherer Weise und mit dauernder Wirkung bei Beseitigung der Brutplätze eintritt —, wird stets erst geprüft werden müssen, ob dem Interesse der Naturforschung und der Naturfreunde an der örtlichen Erhaltung einzelner Tier- und Pflanzenarten oder dem Schutze der hygienischen und wirtschaftlichen Interessen, der durch die Mückenbekämpfung bezweckt und bewirkt wird, das Übergewicht eingeräumt werden soll.

[1]) Vergl. S. 286 Anm.

Versuche über Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens.

II. Anwendung von halogensubstituierten Aldehyden der Methanreihe.

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer, ständigem Mitarbeiter und Professor **Dr. med. W. Rimpau,** früherem kommissarischem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Conradi hatte gezeigt, daß es gelingt, Kaninchen, die durch intravenöse Impfung mit Typhusbazillen infiziert sind, von diesen Bakterien durch mehrfache Gaben von Chloroform wieder zu befreien[1]).

Diese Feststellung Conradis war für uns Anlaß, gleichfalls mit Chloroform, ferner mit Bromoform und anderen halogensubstituierten Kohlenwasserstoffen der Methanreihe eine Abtötung der Typhusbazillen im Kaninchen zu versuchen[2]); die Mittel wurden per os und per rectum zugeführt. Beim Vergleich des Infektionsgrades der behandelten und der Kontrolltiere war eine günstige Wirkung des Chloroforms unverkennbar: die Zahl der mit Typhusbazillen infizierten Organe war bei den chloroformbehandelten Tieren geringer als bei den unbehandelten; vor allem wurde bei den ersteren die Galle in 70% der Fälle frei von Typhusbazillen gefunden, aber nur bei 30% der Kontrollen. Indessen erwiesen sich nur 3 von 10 zu Ende behandelten Tieren in allen ihren Organen frei von Typhusbazillen.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam auch Bully[3]), der nur von der Galle, Milz und dem Herzblut Ausstriche auf Conradi-Drigalskiplatten anlegte, also kein Anreicherungs-

[1]) Vortrag auf der 4. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin, 1910; s. Zentralbl. f. Bakt., I. Abt. Referate, Bd. 47, Beiheft S. 145 (1910) u. Zeitschr. f. Immunitätsforschung u. exper. Therapie, Bd. 7, 158 (1910).

Salkowski hatte schon früher (Virchows Archiv, Bd. 115, H. 2, 1889) eine Sterilisation des Darmtrakts von Hunden durch stomachale Zufuhr von Chloroformwasser versucht, aber nur eine Keimverminderung festgestellt.

Kirchner (Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 8, 465, 1890), der die keimtötende Wirkung des Chloroforms eingehend untersuchte, hielt gleichfalls therapeutische Versuche mit Chloroformwasser für erwägenswert. Die klinische Verwendung von Chloroformwasser (mit 1,0—1,5 g Chloroform pro die) hat sich nicht bewährt (s. Palma, Zeitschr. f. Heilkunde 1894).

[2]) Hailer und Rimpau, Arb. aus d. Kaiserl. Gesundheitsamte, Bd. 36, 409 (1910).

[3]) Bully, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 69, 29 (1911).

verfahren anwandte. Von den mindestens fünfmal mit je 0,5 ccm Chloroform in Milchrahmgemenge per rectum behandelten Kaninchen erwiesen sich bei der Sektion 32 in Galle, Herzblut- und Milzausstrich frei von Typhusbazillen, während diese bei dreien noch nachzuweisen waren. Aber auch von den 32 Kontrollen, die die Infektion mindestens 10 Tage überlebten, wurden 19 frei von Typhusbazillen gefunden und nur bei 13 waren diese Bakterien in den erwähnten Ausstrichen festzustellen. Auch bei den Versuchen von Bully war somit ein günstiger Einfluß der Chloroformbehandlung auf das Verschwinden des Virus aus dem Organismus des Kaninchens festzustellen; aber ein immer sicherer Erfolg dieser Therapie bestand auch hier nicht.

Die Unterschiede in den Versuchsergebnissen von Bully und von uns sind besonders groß bei der Feststellung des Infektionsgrades der Kontrollen; sie sind fraglos zum Teil auf die schärferen Nachweismethoden bei unseren Untersuchungen (Anreicherung ganzer Organstücke und der Gallenblase in Galle, weitere Anreicherung der Typhusbazillen aus den Galleröhrchen auf Malachitagarplatten, Untersuchung einer größeren Zahl von Organen) zurückzuführen.

Außerdem spielt dabei aber auch die individuell recht verschiedene Haftfähigkeit der verwandten Typhusstämme eine Rolle. Bei den Versuchen von Blackstein und Welch[1]), Dörr[2]) und auch bei den Kontrollen von Conradi blieben die Typhusbazillen nach intravenöser Injektion längere Zeit in den Organen und namentlich in der Gallenblase nachweisbar, während sie bei Chiarolanza[3]), Bully und auch bei den Kontrolltieren unserer Chloroformversuche zum Teil schnell, namentlich aus der Galle, wieder verschwanden.

Nach der Angabe von Bully wurden übrigens zwei chronische Typhusbazillenausscheider mit Chloroform in Geloduratkapseln (bis zu 3 Kapseln à 0,5 ccm im Tag) während 20 Tage ohne Erfolg behandelt.

Sind auch nicht alle Autoren bei der Chloroformtherapie zu so günstigen Ergebnissen gekommen wie Conradi, so ist doch ohne Frage durch seine Arbeit die Möglichkeit einer chemotherapeutischen Beeinflussung der Typhusinfektion des Kaninchens erwiesen worden.

Wir haben uns nun bei unseren weiteren Versuchen Mitteln zugewandt, die nicht so ausschließlich wie das Chloroform und die anderen halogensubstituierten Kohlenwasserstoffe lipoïdlöslich sind, sondern die eine bemerkenswerte Löslichkeit in Wasser besitzen. Wir wählten zunächst die halogensubstituierten Aldehyde der Methanreihe.

Schüttelt man eine wässerige Lösung von Chloroform oder Bromoform mit Olivenöl oder anderen fetten Ölen, Kohlenwasserstoffen, Lezithin oder ähnlichen lipoïden Stoffen, so geht das Chloroform bezw. Bromoform aus dem Wasser so gut wie quantitativ in das Öl über.

---

[1]) John Hopk. Hosp. Bull. 1899.

[2]) Zentralbl. f. Bakt., I. Abt. Orig., Bd. 39, 624 (1905).

[3]) Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 62, 11 (1909).

Nicht so die von uns angewandten halogensubstituierten Aldehyde, nämlich das

Chloralhydrat $CCl_3 \cdot CH(OH)_2$,
Bromalhydrat $CBr_3 \cdot CH(OH)_2$, und
Butylchloralhydrat $C_3H_4Cl_3 \cdot CH(OH)_2$;

sie werden durch Schütteln mit Öl ihrer wässerigen Lösung nur teilweise entzogen; es stellt sich dabei zwischen Öl- und Wasserphase ein von der Temperatur abhängiger Gleichgewichtszustand ein, der sich nach der Gleichung $\frac{C_f}{C_w}$, d. h. $\frac{\text{Konzentration in der Ölphase}}{\text{Konzentration in der Wasserphase}}$ in einer Zahl, dem sogenannten Teilungskoëffizienten ausdrücken läßt.

F. Baum[1]) hat diesen Teilungskoëffizienten für die genannten Aldehyde und ebenso ihren Schwellenwert gegenüber Froschlarven, d. h. die Konzentration ermittelt, bei der die in ihre wässerige Lösung gebrachten Froschlarven eben narkotisiert werden; er fand für

Chloralhydrat	den Teilungskoëffizienten	0,22	und den Schwellenwert		0,020,
Bromalhydrat	„ „	0,66	„ „	„	0,002,
Butylchloralhydrat	„ „	1,59	„ „	„	0,002.

Die Fett- bezw. Lipoïdlöslichkeit nimmt also vom Chloralhydrat zum Butylchloralhydrat erheblich zu; während beim Chloralhydrat nur etwa $^1/_6$ in die Ölphase übergeht, $^5/_6$ im Wasser bleiben, ist die Konzentration des Butylchloralhydrats in der Ölphase etwa $1^1/_2$ mal so groß als in der wässerigen; beim Bromalhydrat verhalten sich die Konzentrationen in den Lösungsmitteln Öl : Wasser = 2 : 3; das Bromalhydrat ist also in Wasser noch etwas leichter löslich als in Öl. Betrachtet man die Schwellenwerte, die niedersten narkotisierenden Konzentrationen, so zeigt sich, daß das am schlechtesten in Öl bezw. lipoïden Stoffen lösliche Mittel, das Chloralhydrat, erst bei wesentlich höheren Konzentrationen Narkose hervorruft, als die beiden besser lipoïdlöslichen Stoffe.

Dies steht im Einklang mit den anderen Ergebnissen der Untersuchungen über die narkotisierende Kraft organischer Verbindungen von Hans Meyer und Overton, Ergebnissen, die zu der bekannten Narkosetheorie geführt haben. Bei diesen halogensubstituierten Aldehyden ist die Übereinstimmung zwischen Lipoïdlöslichkeit und Wirkungsstärke allerdings keine so gute wie in anderen Fällen.

Schon ihrer Aldehydnatur wegen haben die 3 genannten Verbindungen vermutlich ein gewisses Keimtötungsvermögen und es war von Interesse festzustellen, wie sich dieses im Vergleich mit der Lipoïdlöslichkeit und der Narkotisierungskraft abstuft.

Es ergab sich nun[2]), daß bei 18° die als Testobjekte verwandten Typhusbazillen abgetötet werden durch

[1]) F. Baum, Zur Theorie der Alkoholnarkose, Archiv f. exper. Pathol. u. Pharmakologie, Bd. 42, 119 (1899).

[2]) Die ausführlichen Angaben über die Wirkung dieser Verbindungen in vitro werden bei anderer Gelegenheit gemacht werden.

Butylchloralhydrat in $^1/_{20}$ molarer = 0,97 % iger Lösung in 3 Minuten,
Bromalhydrat in $^1/_{20}$ molarer = 1,49 % iger Lösung in 30 Minuten,
Chloralhydrat in $^1/_{10}$ molarer = 1,65 % iger Lösung aber nicht in 6 Stunden.

Keimtötungsvermögen und Lipoïdlöslichkeit gehen also ähnlich, aber noch exakter wie Narkotisierungskraft und Lipoïdlöslichkeit bei diesen Verbindungen Hand in Hand: die am stärksten lipoïdlösliche Verbindung, das Butylchloralhydrat, hat die stärkste bakterizide Wirkung auf Typhusbazillen, das schwächer lipoïdlösliche Bromalhydrat hat ein erheblich geringeres Keimtötungsvermögen und Chloralhydrat hat trotz — auf das Molekulargewicht berechnet — doppelt so hoher Konzentration in 6 Stunden die Bakterien nicht ihres Vermehrungsvermögens beraubt[1]).

Es wäre nun von Interesse gewesen, diese annähernde Proportionalität zwischen Lipoidlöslichkeit und bakterizider Kraft auch im Organismus zu verfolgen, d. h. festzustellen, welche der Verbindungen bei Zufuhr molarer Mengen in dem tierischen Körper mit seinem komplizierten chemischen Aufbau die stärkste Wirkung auf die Bakterien ausübt. die am besten in Wasser oder in Lipoid lösliche.

Von den Schwierigkeiten abgesehen, die die Ausarbeitung einer vergleichenden Methode und das ungleiche Verhalten der Tiere der Typhusinfektion gegenüber bilden, macht aber die hohe Giftigkeit der untersuchten Verbindungen, namentlich des Butylchloral- und Bromalhydrats, einen unmittelbaren Vergleich der chemotherapeutischen Wirksamkeit unmöglich.

Mit der Meinung, daß es sich bei Anwendung dieser halogensubstituierten Aldehyde im Organismus um eine Chloroform-, Bromoform- bezw. Dichlorpropylenwirkung handeln könnte, braucht wohl nicht mehr gerechnet zu werden, nachdem die ursprüngliche Anschauung Liebreichs widerlegt ist, es finde im Blute eine Spaltung des Chloralhydrats in Chloroform und ameisensaures Salz statt; dazu reicht der Hydroxylionengehalt des Blutes bei Körpertemperatur nicht aus; das Chloralhydrat und die anderen Verbindungen kommen unverändert zur Wirkung und werden im Körper zum Teil abgebaut, zum Teil mit Glykuronsäure verbunden ausgeschieden.

Die Versuchsanordnung ist im wesentlichen dieselbe geblieben wie in den Versuchen mit Chloroform: die Kaninchen wurden in die Ohrvene mit einer Öse Typhusagarkultur auf das Kilogramm Körpergewicht gespritzt und zwei bis drei Tage nach der Infektion unter Rückbehaltung einiger Kontrolltiere in Behandlung genommen.

Die Mittel wurden teils per os, teils rektal, teils intravenös in wässeriger Lösung zugeführt; die stomachale Zufuhr erfolgte mit der Schlundsonde und wurde gut vertragen; meist verfielen die Tiere in einen längeren Schlafzustand. Zur rektalen Einverleibung wurde ein weicher Nelatonkatheter etwa 15 cm tief eingeführt; der Anus, dessen Umgebung zuvor mit der Scheere von Haaren befreit worden war, wurde mit einer Klemmschraube eine halbe Stunde lang verschlossen gehalten, um ein Ausfließen der Lösung zu verhindern. Dies wurde von den Kontrolltieren bei

[1]) Daß für vergleichende biologische Untersuchungen nur äquimolekulare Lösungen, nicht Lösungen von gleichem Prozentgehalt Verwendung finden dürfen, bedarf keiner Begründung mehr.

Anwendung von Kochsalzlösung oder Milchrahmgemenge gut vertragen. Die Präparate wirkten aber äußerst nachteilig auf den Mastdarm ein; sie bewirkten starke Injektionen der Darmgefäße, Verdickungen der Mastdarmwand und lederartige Veränderungen der Schleimhaut, so daß es hin und wieder zu Perforationen und infolgedessen zum Tod an eiteriger Peritonitis kam. Bei intravenöser Zufuhr waren meist Ödeme der Ohrlappen zu beobachten, auch wenn ein subkutanes Eindringen der Lösung vermieden wurde.

Die Tiere wurden bis 16 Tage lang behandelt, dann am zweiten bis dritten Tage nach der letzten Behandlung durch Nackenschlag getötet und seziert. Der Keimgehalt der getöteten bezw. spontan eingegangenen Tiere wurde in folgender Weise festgestellt: die Leber wurde herausgetrennt, die Gallenblase in toto entnommen und über einer Malachitgrünplatte angeschnitten, so daß sich etwa $^1/_2$ ccm auf sie ergoß; die entnommene Galle wurde dann auf einer Malachitplatte und zwei Drigalski-Conradiplatten verteilt. Die Gallenblase mit dem Rest der Galle wurde in 5 ccm steriler Rindergalle übertragen. Von der Leber und Niere wurden große Stücke entnommen, diese nach Anlage tiefer Schnitte auf einer Drigalski-Conradiplatte ausgestrichen und dann gleichfalls in Röhrchen mit Rindergalle eingelegt. Ebenso wurde mit der ganzen Milz verfahren. Ein Dünndarmstück wurde der Länge nach aufgeschnitten und auf einer Malachitgrünplatte ausgestrichen.

Nach 24stündigem Aufenthalt der Platten und Röhrchen in Brutschrank von 37° wurden die Blauplatten durchgesehen, verdächtige Kolonien zur späteren Differenzierung auf Agarröhrchen verimpft. Aus den Galleröhrchen wurden zwei Ösen der Oberfläche entnommen und auf je einer Malachitgrünplatte und von da auf zwei Drigalski-Conradiplatten ausgestrichen. Die beiden Malachitgrünplatten mit dem Gallen- und Dünndarmausstrich wurden mit Kochsalzlösung abgeschwemmt und, je nach dem Wachstum auf der Platte, eine oder mehrere Ösen auf je zwei Blauplatten verteilt. Fanden sich nach 24 Stunden auf den Ausstrichen aus den Galleröhrchen keine verdächtige Kolonien, so wurde auch hier die Malachitplatte abgeschwemmt und mehrere Ösen der Abschwemmung auf Blauplatten ausgestrichen. Verdächtige Kolonien wurden auf Agarröhrchen verimpft und diese Kulturen nach 24stündigem Wachstum durch die Agglutination (Verdünnung 1 : 200 eines gut agglutinierenden Serums) geprüft.

In den Tabellen sind sowohl die Ergebnisse der direkten Ausstriche der Organe (unter „direkt"), als der Verimpfungen aus den Galleröhrchen auf die Blauplatten (unter „Galle"), und der Abschwemmungen der Malachitplatten auf Drigalski-Conradiplatten (unter „Mal.") gesondert angegeben. Man sieht, daß sehr häufig der direkte Ausstrich keine verdächtigen Kolonien ergab, während sich durch Anreicherung in Galle oder auch erst durch die Abschwemmung von den Malachitplatten noch Typhusbazillen nachweisen ließen.

Die Ergebnisse der Tierversuche[1]):

[1]) Über die Ergebnisse dieser Versuche war in einem Vortrag auf der 5. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Dresden (1911) kurz berichtet worden; s. Centralbl. f. Bakt., I. Teil, Referate, Bd. 50, Beiheft 113 (1911).

Chloralhydrat in Dosen von 1,0 bis 1,5 g rektal zugeführt wurde schlecht vertragen. Die Tiere gingen nach drei- bis fünfmaliger Behandlung mit dem Mittel ein und zeigten bei der Sektion die oben erwähnten Erscheinungen; ein Tier ging nach einmaliger Einverleibung von 1,0 g in der Narkose ein. In keinem Fall war (s. Tab. 1) bei den rektal behandelten Tieren ein Verschwinden der Typhusbazillen aus allen untersuchten Organen festzustellen, wohl aber wurden im Vergleich mit den unbehandelten Kontrolltieren (s. Tab. 3) eine geringere Zahl von Organen infiziert befunden.

Auch die Zufuhr des Chloralhydrats per os (Tab. 1) in Dosen von 0,8 bis 1,0 g hatte in einzelnen Fällen einen sichtlichen Einfluß auf den Infektionsgrad. So wurden bei Tier 999 nach 6 Gaben von je 1 g nur noch in der Leber Typhusbazillen nachgewiesen. Bei Tier 109 wurde nach 4 Dosen von 0,8 g und 5 Dosen von 1,0 g Chloralhydrat nur der Dünndarm noch infiziert gefunden. In den drei anderen Fällen aber war keine Wirkung festzustellen.

Achtmalige intravenöse Einverleibung von Mengen, die von 0,05 auf 0,45 g langsam gesteigert wurden (Tab. 1), blieb wirkungslos.

Butylchloralhydrat wurde per os in 13 Gaben, die von 0,5 auf 1,8 g anstiegen, gegeben; es hatte bei den beiden in dieser Weise behandelten Tieren einen auffallenden Erfolg: ein Tier erwies sich bei der am 20. Tage nach der Infektion vorgenommenen Sektion frei von Typhusbazillen, bei dem anderen Tiere waren sie nur noch in der Niere nachzuweisen, Gallenblase und Leber aber waren frei. Die 21 Tage nach der Sektion geschlachteten unbehandelten Kontrolltiere (Tab. 3) wiesen auch in der Galle und Gallenblase, das eine Tier auch noch in Leber, Milz und Niere Typhusbazillen auf.

Bei intravenöser Zufuhr erwies sich Butychloralhydrat in Dosen von 0,05 bis 0,25 g sehr giftig und auch bei mehrmaliger Anwendung der Infektion gegenüber wirkungslos (Tab. 1).

Auch Bromalhydrat (Tab. 1) war intravenös und per os verabfolgt sehr giftig. Es hatte in keinem der 5 Fälle erkennbaren Einfluß auf die Typhusbazillen in den Organen.

Die relativ günstige Wirkung des Chloralhydrats bei stomachaler Verabfolgung legte es uns nahe, eine kombinierte Behandlung der infizierten Tiere mit Chloroform und Chloralhydrat zu versuchen. Gleichzeitige Verabfolgung beider Mittel in der Höhe der sonst angewandten Dosen führte zum Tod der Versuchstiere.

Es wurde daher mit den beiden Mitteln abgewechselt, indem einige Tage lang Chloralhydrat, dann während einiger Tage Chloroform und dann wieder Chloralhydrat gegeben wurde. In einzelnen Fällen wurde auch mit den beiden Mitteln häufiger gewechselt. Zahl und Größe und Reihenfolge der einzelnen Dosen sind aus Tab. 2 zu ersehen. Chloralhydrat wurde per os und intravenös, Chloroform in Milch-Rahmgemenge nur rektal gegeben.

In 3 von 9 Fällen[1]) wurden die Organe bei der bakteriologischen Untersuchung frei von Typhusbazillen gefunden und zwar je einmal nach 6, 12 und 16 maliger Behandlung, während derer 3—6 mal Chloroform gegeben war; in einem weiteren Fall fanden sich nur noch in der Milz Typhusbazillen. Sonst war eine wesentliche Keimverminderung nicht festzustellen. Derartige Befreiungen von Typhusbazillen werden aber auch nach 3—6 gleich großen Gaben von Chloroform allein gefunden. Der Kombination des Chloroforms mit Chloralhydrat kommt also kein erkennbar fördernder Einfluß auf die Beseitigung der Typhuserreger aus den Kaninchenorganen zu.

Die unbehandelten Kontrollen — s. Tab. 3 — erwiesen sich bis zum 21., in einem Fall bis zum 34. Tag nach der Infektion in mindestens einem, meist aber in mehreren Organen mit Typhusbazillen infiziert. Typhusbazillen wurden in der Galle bezw. Gallenblase in 10 von 11 Fällen, also häufiger als bei den Kontrollen der Chloroformversuchsreihe (unserer ersten Arbeit) gefunden.

Zusammenfassung:

1. Chloralhydrat hat in vitro ein geringes Keimtötungsvermögen gegenüber Typhusbazillen; stärker wirken Bromalhydrat, namentlich aber Butylchloralhydrat. Dieselbe Reihenfolge nehmen die Präparate in ihrer Lipoïdlöslichkeit ein, sie ist bei Butylchoralhydrat am stärksten, bei Chloralhydrat am kleinsten; und ebenso ordnen sie sich in ihrem Narkotisierungsvermögen gegenüber Froschlarven. Lipoïdlöslichkeit, bakterizide Wirkung und narkotisierende Kraft gehen also bei diesen Verbindungen parallel.

2. Gegenüber den Typhusbazillen in den Organen des intravenös infizierten Kaninchens hat namentlich Butylchloralhydrat bei stomachaler Zufuhr eine bemerkenswerte abtötende Wirkung. Bei intravenöser Zufuhr erwies sich das Präparat als sehr giftig.

3. Auch Chloralhydrat zeigte sich in einzelnen Fällen von Einfluß auf den Infektionsgrad der Tiere. Eine kombinierte Anwendung von Chloralhydrat und Chloroform übertraf die Chloroformanwendung allein aber nicht im chemotherapeutischen Effekt.

4. Bromalhydrat erwies sich als wirkungslos und sehr giftig.

---

[1]) 2 von den 11 in dieser Versuchsreihe behandelten Tieren gingen schon nach 2 maliger Zufuhr von 0,5 ccm Chloroform ein und sind daher hier nicht mitgerechnet.

Tabelle 1. Ergebnisse bei Verwendung von Chloralhydrat, Butylchloral-

Laufende Nr.	Tier Nr.	Behandelt mit			Gewicht			am ?. Tag nach Infektion		Zahl der Behandlungstage
		Präparat	in den Dosen	Einverleibungsart	bei Versuchsbeginn g	nach Infektion g	am Ende der Behandlung g	getötet	eingegangen	
1	910	Chloralhydrat	2 × 1,0 g, 1 × 1,5 g	rektal	2520	2310	2010		5.	3
2	2054	„	4 × 1,0 g, 1 × 1,5 g	„	2800	2500	1950		7.	5
3	102	„	1 × 1,0 g	„	3000	2440			6.	1
4	110	„	{ 1 × 1,0 g 4 × 0,75 g	„	2950	2650	2400		9.	5
5	999	„	6 × 1,0 g	per os	3200	2700	2850	8.		6
6	31	„	6 × 1,0 g	„ „	2410	1720	1760	7.		5
7	104	„	4 × 0,8 g, 5 × 1,0 g	„ „	2500	2320	2280	15.		9
8	108	„	Ebenso	„ „	2780	2570	2800	15.		9
9	109	„	Ebenso	„ „	3270	2830	2800	15.		9
10	3035	„	{ 2 × 0,05 g 1 × 0,1 g 1 × 0,2 g 3 × 0,35 g 1 × 0,45 g	intravenös	2690	2490	2650	11.		8
11	5	„			2890	2650	2740	11.		8
12	140	„	{ 4 × 0,4 g 7 × 1,0 g	„ per os	2350	2300	1800	24.		11
13	41	Butylchloralhydrat	1 × 0,5 g	„ „	2970	2940			2.	1
14	42	„	{ 7 × 0,5 g 3 × 1,0 g 2 × 1,3 g, 1 × 1,8 g	„ „	2770	2370	2320	20.		13
15	45	„	Ebenso	„ „	2590	2350	2420	20.		13
16	85	„	1 × 0,05 g	intravenös	2070				3.	1
17	3034	„	2 × 0,05 g	„	2320	1970			5.	2
18	1990	„	{ 1 × 0,05 g, 1 × 0,08 g 1 × 0,15 g, 1 × 0,2 g 1 × 0,25 g	„	3050	2890	3035		9.	5
19	43	Bromalhydrat	{ 5 × 0,5 g 1 × 0,7 g	per os	3300	3170	2580	9.		6
20	48	„	1 × 0,5 g	„ „	2640	2420			4.	1
21	49	„	3 × 0,4 g	„ „	2450	1890	1770		7.	3
22	3063	„	2 × 0,03 g	intravenös	2060	1900			5.	2
23	24	„	{ 3 × 0,3 g 2 × 0,5 g	„ per os	2250	2000	2000		6.	5

hydrat und Bromalhydrat (Zufuhr rektal, per os und intravenös).

Bakteriologischer Befund in															Anatomischer Befund	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Darm			
direkt	Malachit	Galle	Malachit	direkt	Galle	Malachit	direkt	Galle	Malachit	direkt	Galle	Malachit	direkt	Malachit		
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Eitrige Peritonitis, peritoneale Verwachsungen	1
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Mastdarmwand verdickt und stark injiziert, Schleimhaut lederartig	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		—	—	In Narkose eingegangen	3
Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	Ty	Starke Darmreizungen, schleimiger Ausfluß aus dem Rektum	4
—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Peritoneale Verwachsungen	5
—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	Darmgefäße injiziert	6
—	Ty	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		7
—	—	Ty		—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		9
Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		10
Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		11
—	Ty	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		12
—	—	—	Ty	—	—	—	Ty	Ty		—	—	—	—	—		13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	Ty		—	—		14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		15
—	Ty	—	—	—	Ty		Ty	Ty		—	Ty		—	Ty		16
Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	Ty	—	—		17
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		18
Ty	—	Ty		Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		19
—	Ty	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—		20
Ty		Ty		—	Ty		—	—	Ty	—	—	Ty	—	—		21
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	Ty		22
Ty		—	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	—	Ty	—	—		23

Tabelle 2. Kombinierte Behandlung der Tiere mit Chloral-

Laufende Nr.	Tier Nr.	Behandelt mit: g	Behandelt mit: Präparat	Behandelt mit: Einverleibungsart	Gewicht: bei Infektion g	Gewicht: nach Infektion g	Gewicht: am Ende der Behandlung g	am ?. Tag nach Infektion: getötet	am ?. Tag nach Infektion: eingegangen	Behandlungstage
1	112	2 × 0,8 g	Chloralhydrat	per os	3000	2650	2300	15.		12
		3 × 1,0 g	„	„ „						
		5 × 0,4 ccm	Chloroform	rektal						
		2 × 1,0 g	Chloralhydrat	per os						
2	114	2 × 0,8 g	„	„ „	3120	2750	2800		10.	6
		3 × 1,0 g	„	„ „						
		1 × 0,4 ccm	Chloroform	rektal						
3	118	2 × 0,8 g	Chloralhydrat	per os	2640	2290	2290		11.	7
		3 × 1,0 g	„	„ „						
		2 × 0,4 ccm	Chloroform	rektal						
4	121	2 × 0,8 g	Chloralhydrat	per os	2380	2110	2000		10.	6
		3 × 1,0 g	„	„ „						
		1 × 0,4 ccm	Chloroform	rektal						
5	120	5 × 0,5 ccm	„	„	2670	2290	1990	16.		12
		5 × 1,0 g	Chloralhydrat	per os						
		2 × 0,5 ccm	Chloroform	rektal						
6	113	2 × 0,5 ccm	„	„	2740	2500			5.	2
7	115	2 × 0,5 ccm	„	„	3370	3030			5.	2
8	150	4 × 0,5 g	Chloralhydrat	intravenös	3720	3290	3090		9.	7
		1 × 1,0 g	„	per os						
		2 × 0,5 g	Chloroform	rektal						
9	149	3 × 0,5 g	Chloralhydrat	intravenös	3330	3000	2820		11.	9
		2 × 1,0 g	„	per os						
		4 × 0,5 g	Chloroform	rektal						
10	741	3 × 0,5 g	Chloralhydrat	intravenös	3900	3350	2950	21.		16
		2 × 1,0 g	„	per os						
		4 × 0,5 ccm	Chloroform	rektal						
		1 × 0,4 g	Chloralhydrat	intravenös						
		2 × 0,5 ccm	Chloroform	rektal						
		1 × 0,4 g	Chloralhydrat	intravenös						
		3 × 1,0 g	„	per os						
11	2697	2 × 0,5 g	Chloralhydrat	intravenös	3100	2620			9.	7
		3 × 1,0 g	„	per os						
		2 × 0,6 ccm	Chloroform	rektal						

hydrat (per os und intravenös) und Chloroform (rektal).

Bakteriologischer Befund in															Anatomischer Befund	Laufende Nr
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm			
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.		
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		1
—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—		2
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Eitrige Peritonitis, Darm injiziert	4
—	—	—	—	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—		5
Ty		Ty		—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		6
Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		7
Ty		Ty		—	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—		8
—	Ty	Ty		—	—	Ty	Ty	Ty		Ty	Ty		Ty			9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		10
Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	Ty	Ty	—	—		11

Tabelle 3. Unbehandelte Kontrolltiere.

Laufende Nr.	Tier Nr.	Gewicht			Getötet am ?. Behandlungstag	Bakteriologischer Befund in														
						Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm	
		vor Infektion	nach Infektion	am Ende der Behandlung		direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.
1	488	2120	1800	1970	8.	Ty		Ty			Ty		—	—	—		Ty		Ty	
2	50	2720	2460	2660	8.	—	—	—	—		Ty		—	Ty			—	—	—	—
3	5	2390	2120	2250	8.	Ty		Ty			Ty			—	—		—	—	—	—
4	6	2620	2350	2420	8.	Ty		Ty			Ty			—	—		—	—	—	—
5	105	2890	2500	2260	15.	Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	-	—	—	Ty	
6	106	2600		2570	15.	Ty		Ty			Ty			Ty			Ty		—	—
7	116	2100	1870		15.	Ty		Ty		Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—
8	46	2390			34.	Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—
9	3076	2700			11.	Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—
10	745	2820	2450	2500	21.	—	—	—	Ty	—	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—
11	142	2500			21.	—	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	-	—	-

Weitere Versuche über die Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens.

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer, ständigem Mitarbeiter, und Reg. Rat **Dr. med. E. Ungermann,** früherem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

III. Anwendung von ein- und mehrwertigen Phenolen und Phenoläthern.

Zur Abtötung von Krankheitserregern im lebenden Organismus kann man sich a priori zweier Arten chemischer Mittel bedienen: Mittel, die die Abwehrkräfte des Organismus gegen Parasiten steigern und Mittel, die sich unmittelbar gegen die Infektionserreger selbst richten.

Zu den ersten Stoffen sind wohl der Arsenik und das Jodkalium zu rechnen, die von Tsuzuki und Ishida[1]) angeblich mit gutem Erfolg bei Typhusbazillenträgern angewandt wurden.

Zu der zweiten Klasse gehören alle die Mittel, die auch außerhalb des Körpers bakterizid wirken oder von denen bekannt ist oder angenommen werden kann, daß sie im tierischen Organismus durch Spaltung, Oxydation usw. keimtötende oder entwicklungshemmende Stoffe bilden.

Zu Anfang der bakteriologischen Ära angestellte Versuche, zur „inneren Desinfektion" Schwermetallsalze, wie Quecksilberchlorid, Silbernitrat usw. oder Phenole, wie Kreosotöl, zu verwenden, sind gescheitert und haben zu dem Satze geführt, daß von der Anwendung unmittelbar bakterizid wirkender Stoffe im Organismus überhaupt nichts zu erhoffen sei, da die Giftigkeit solcher Mittel für die Körperzelle immer ungleich größer sei als für den Parasiten; daß sich daher in den Körpersäften und Geweben ohne weitgehende Schädigung keine Konzentration erreichen lasse, die bakterizid wirke.

Diese Verallgemeinerung stützt sich aber auf Versuche mit Mitteln, die bei Eiweißgegenwart ihre keimtötende Kraft zum großen Teile verlieren, indem sie an Bestandteile des Körpers gebunden werden (Sublimat, Silbernitrat, niedere Phenole) und auf Versuche an Krankheitserregern, die einer Beeinflussung im Organismus infolge der Art ihrer Verbreitung und der von ihnen hervorgerufenen Erscheinungen schwer zugänglich sind, wie die Tuberkelbazillen.

[1]) Deutsche medizinische Wochenschrift 1910, Nr. 35.

Bakterizid wirkende anorganische Stoffe werden infolge ihrer großen Reaktionsfähigkeit für die „innere Desinfektion" überhaupt kaum in Betracht kommen. Aber aus der unermeßlichen Menge organischer Verbindungen ist überhaupt nur eine kleine Zahl auf ihr Keimtötungsvermögen untersucht worden; dies sind vorwiegend die niederen Phenole und Aldehyde, einige Säuren und ätherische Öle. Daß sich aber in der Gruppe der Phenole außer den bisher bekannten noch recht wirksame Substanzen finden lassen, hat Laubenheimer gezeigt, nach dessen Versuchen namentlich das Chlor-meta-kresol und die Xylenole ein erhebliches Keimtötungsvermögen besitzen[1]).

Bei systematischer Untersuchung ganzer Körperklassen besteht auch die Aussicht, Verbindungen zu finden, die bei relativ großer Avidität zur Zelle der Parasiten eine geringe Giftigkeit für den Körper des Wirts besitzen.

Diese Möglichkeit haben die zahlreichen chemotherapeutischen Versuche bei Durine, Nagana, Schlafkrankheit und Spirillosen gezeigt. Aber auch bei bakteriellen Erkrankungen ist durch bakterizide Stoffe mehrfach eine Vernichtung des Krankheitserregers im tierischen Körper erreicht worden, so beim Milzbrand und Rotlauf durch Salvarsan (Laubenheimer, Schuster usw.), bei Pneumonie durch Körper aus der Chininreihe (Morgenroth[2]), Wright[3]), Neufeld und Schiemann[4])), beim Typhus durch Chloroform (Conradi, Bully, Hailer und Rimpau) und Butylchloralhydrat (Hailer und Rimpau).

Wir haben weitere wirksame Stoffe nun zunächst in der Gruppe der Phenole und Phenoläther gesucht. Körper aus dieser Klasse, wie Thymol, β-Naphthol ferner die phenolhaltigen Teerölpräparate Kreosot und Enterol wurden schon früher als Darmdesinfektionsmittel empfohlen und beim Typhus selbst innerlich angewandt[5]), auch das Kreolin wurde bei milzbrandkranken Rindern mit gutem Erfolg innerlich gegeben.

Es ist von den Phenolen bekannt, daß sie auch in die Gallenblase übergehen und daß sie in der Leber durch Verbindung mit Schwefel- und Glukuronsäure für die Ausscheidung vorbereitet werden.

Die höheren einwertigen Phenole und die Phenoläther sind sehr wenig wasser- aber gut lipoidlöslich; die zwei- und dreiwertigen Phenole aber sind sehr leicht wasserlöslich; nach Overtons Feststellung nimmt mit der Zahl der Hydroxylgruppen die Lipoidlöslichkeit ab.

Wir führten die Präparate[6]) per os und per rectum, vereinzelt auch mittels

---

[1]) K. Laubenheimer, Phenol und seine Derivate als Desinfektionsmittel, Habilitationsschrift 1909.

[2]) S. Morgenroth und R. Levy, Berl. Klin. Wochenschr. 1910, 1560.

[3]) Wright, Lancet 1912, 14. Dez.

[4]) Neufeld und Schiemann, Verhandlungen der 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie, Berlin 1913.

[5]) J. H. Berger, Zusammenfassendes Referat in Zeitschr. f. Chemotherapie 2, 193 (1913).

[6]) Kurze vorläufige Mitteilungen über unsere Versuche und ihre Ergebnisse erfolgten auf der 5. und 6. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie 1911 und 1912, siehe Hailer, Rimpau und Ungermann, Centralbl. f. Bakt. Ref. Bd. 50, Beiheft S. 113 (1911) und Hailer und Ungermann, ebenda Bd. 54, Beiheft S. 68 (1912).

intraperitonealer und intravenöser Applikation den mit Typhuskultur von der Blutbahn aus infizierten Kaninchen zu.

Die wasserunlöslichen Stoffe wurden bei der Zufuhr per os in einer 25- oder 33%igen Lösung von rizinolsaurem Natrium in Wasser unter Erwärmen zu 5 oder 10% gelöst, bei rektaler Zufuhr in einem Gemenge von 2½ Teilen Rahm und 2 Teilen Milch; handelte es sich um feste Präparate, wie Thymol, Chlor-meta-kresol usw., so wurden sie zur rektalen Einverleibung in Olivenöl gelöst und diese Öllösung in entsprechendem Verhältnis mit dem Rahm vermengt; Milch blieb dann weg.

Zur Zufuhr per os wurde die Schlundsonde benutzt, für die rektale Einverleibung ein weicher Nelatonkatheter, der 15 cm tief nach tüchtigem Einfetten mit Vaseline eingeführt wurde; der mit seiner Umgebung von Haaren befreite After wurde unmittelbar nach der Zufuhr der abgemessenen Menge mit einer Klemmschraube verschlossen, um ein Wiederaustreten der eingeführten Flüssigkeit zu verhindern. Die Tiere waren dabei, um ein Abgleiten der Schraube durch Bewegungen zu verhindern, mit gestreckten Extremitäten in mehrfache Lagen von Sackleinwand eingeschlagen und verschnürt. Nach einstündigem Liegen wurde die Verschnürung gelöst und die Klemmschraube entfernt.

Die konzentrierte Seifenlösung wurde sichtlich von den Kaninchen schlecht vertragen; wir wandten daher in späteren Versuchen auch für die Zufuhr per os Lösungen der Mittel in Milchrahmgemenge an, die auch bei Anwendung höherer Dosen geringere Komplikationen bewirkten.

Nach dem Abschluß der Behandlung blieben die Tiere noch zwei Tage sitzen und erhielten während dieser Zeit reichliche Mengen Wasser zu trinken, um die Mittel tunlichst aus dem Körper hinauszuspülen und eine Entwicklungshemmung durch zurückgebliebene Mengen der Pharmaka bei der bakteriologischen Verarbeitung der Organe zu vermeiden.

Die Sektion und die bakteriologische Aufarbeitung des Materials geschah, wie es in der zweiten Arbeit von Hailer und Rimpau eingehend beschrieben ist[1]).

Die Art der Zufuhr der Mittel, ob per os oder rektal, ist für ihr weiteres Schicksal im Körper und damit für ihre Wirkung nicht ganz indifferent: vom Mastdarm aus geht die Resorption schneller von statten und die aufgenommenen Stoffe treten hauptsächlich durch den Plexus haemorrhoidalis und die Vena hypogastrica unmittelbar in den Kreislauf über, während bei der Aufnahme vom Dünndarm aus die Stoffe durch die Pfortader zur Leber gehen, wo sie zum Teil aufgespeichert und chemisch verändert, mit Glukuronsäure, Schwefelsäure usw. gekuppelt, reduziert usw. werden, sofern sie nicht durch die Chylusgefäße und den Ductus thoracicus in den Blutkreislauf gelangen.

Zur Anwendung kamen folgende Präparate:

---

[1]) Siehe die vorhergehende Arbeit.

I. Das sogenannte meta-Xylenol

$$C_6H_3\begin{cases}CH_3 & (1)\\ CH_3 & (3),\\ OH & (4)\end{cases}$$

ein höheres Homologes des Phenols:

$$\underset{\text{Phenol}}{C_6H_5OH,}\qquad \underset{\text{Kresole}}{C_6H_4\begin{cases}CH_3\\ OH\end{cases},}\qquad \underset{\text{Xylenole}}{C_6H_3\begin{cases}CH_3\\ CH_3.\\ OH\end{cases}}$$

Durch den Eintritt der Methyl-(CH_3)gruppen in den Phenylrest wird die Wasserlöslichkeit der entstehenden Verbindungen vermindert, die Lipoidlöslichkeit erhöht; die Wasserlöslichkeit fällt also von der Karbolsäure (dem Phenol) mit etwa 5%, zu den Kresolen, wo sie im Mittel = 2% ist, und zu den Xylenolen; beim meta-Xylenol beträgt sie nur noch Bruchteile von Prozenten; in umgekehrtem Verhältnis steigt die Lipoidlöslichkeit. Dieses meta-Xylenol ist nach den Feststellungen von Laubenheimer[1]), der zuerst die reinen Präparate einiger Xylenolisomeren auf ihr Keimtötungsvermögen prüfte, ein ausgezeichnetes Desinfektionsmittel, dessen Wirkung durch Eiweißgegenwart nur unwesentlich herabgesetzt wird. Zudem ist nach Laubenheimer die Giftigkeit eine relativ geringe, sie beträgt bei subkutaner Injektion in rizinolsaurem Kalium gelöst 1,75 g auf das Kilogramm Meerschweinchen.

Die an ein Mittel für die innere Desinfektion a priori zu stellenden Ansprüche: starke bakterizide, durch Eiweißgegenwart nicht wesentlich herabgesetzte Wirkung bei relativer Ungiftigkeit für den tierischen Körper, waren also bei diesem Präparat erfüllt.

In der Tat erfüllte es auch die Erwartungen teilweise. Wie Tabelle 1 zeigt, sind von 28 Tieren, die per os mit seiner Lösung in rizinolsaurem Natrium behandelt wurden, 21 frei von Typhusbazillen befunden worden, einige schon nach dreimaliger Behandlung mit Dosen von 0,3 bis 0,5 g. Dies entspricht einer Heilwirkung bei 75%. Bei zwei anderen Tieren waren die Typhusbazillen nur noch in der Leber nicht mehr in der Galle oder Gallenblase nachzuweisen.

9 von den 28 behandelten Tieren gingen während der Behandlung an der Infektion oder infolge der Giftigkeit des Präparates ein. Rechnet man nur die zu Ende behandelten und dann getöteten Tiere, so war bei 15 von 19 die Anwendung des Mittels erfolgreich, also bei etwa 80%.

In den Tabellen ist unter „Erfolg" durch „H*" bezeichnet, daß das Tier zu Ende behandelt und bei der bakteriologischen Untersuchung der Organe frei von Typhusbazillen gefunden wurde; durch „H", daß es während der Behandlung einging und in den untersuchten Organen kein Typhusvirus mehr hatte; durch „B", daß Galle und Gallenblase frei und nur ein oder zwei andere Organe infiziert gefunden wurden; durch „0", daß ein Einfluß der Behandlung nicht zu erkennen war.

Auch bei rektaler Einverleibung (s. Tabelle 2) war die Wirkung des Präparats auf die Typhusinfektion eine relativ günstige. Von 18 rektal mit

[1]) Siehe oben.

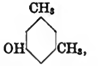
Dosen von 0,2 bis 0,6 g meta-Xylenol in Milchrahmmenge (zwei Teile Rahm, ein Teil Milch) behandelten 18 Tieren wurden 8 frei von Typhusbazillen gefunden. Die Wirkung der Präparate auf den Darm scheint aber eine nachteilige zu sein, denn es kam zu auffallend vielen Perforationen des Mastdarmes, die den Tod an eiteriger Peritonitis zur Folge hatten. Von 18 Tieren ertrugen nur 7 eine mehrmalige Behandlung mit dem Mittel per rectum; bei 3 von diesen 7 Tieren war die Therapie erfolgreich. Bei einem Kaninchen waren die Typhusbazillen nur noch in der Leber, nicht mehr in der Gallenblase nachzuweisen.

Bei einigen Tieren (Tab. 2) wurde auch die intravenöse Behandlung mit dem Mittel, in 15prozentiger Natriumsalizylatlösung, versucht. Die Injektionen in die Ohrvenen hatten aber ein starkes ödematöses Anschwellen der Ohren zur Folge und mußten daher aufgegeben werden; zweien dieser Tiere wurde dann das Mittel per rectum zugeführt, einem durch intraperitoneole Injektion; erfolgreich war die Behandlung in keinem Falle; ein teilweiser Erfolg war bei einem Tiere festzustellen, in dem das Virus nur noch in der Leber gefunden wurde.

Ein Tier wurde fünfmal mit Dosen von 0,08 bis 0,12 g in das Peritoneum gespritzt; es ging nach der fünften Behandlung an Peritonitis ein, war in seinen Organen aber frei von Typhusbazillen.

II. Symmetrisches Xylenol

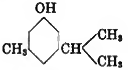
$$C_6H_3\begin{cases}CH_3 & (1)\\ CH_3 & (3)\\ OH & (5)\end{cases} =$$



ist ein Isomeres des meta-Xylenols. 9 Tiere wurden mit 0,3 bis 0,5 g dieses Mittels bis zu neunmal per os behandelt (s. Tabelle 3). 7 gingen während der Behandlung nach einer bis neun Darreichungen dieser Substanz ein, zwei wurden nach 6- bezw. 7maliger Zufuhr des Präparats getötet und erwiesen sich frei von Typhusbazillen. Von den während des Versuchs eingegangenen Tieren, von denen je eines das Xylenol 6-, 7- und 9mal zugeführt erhalten hatte, waren nur in dem 6mal behandelten die Typhusbazillen abgetötet.

III. Thymol = Methyl-isopropylphenol

$$C_6H_3\begin{cases}OH & (1)\\ CH_3 & (3)\\ C_3H_7 & (5)\end{cases} =$$



Thymol ist in Wasser nur zu etwa 0,1% löslich, gut löslich ist es in Lipoiden.

Seine 1%ige Lösung in sulforizinolsaurem Kalium hat nach Laubenheimer (s. o.) gegenüber Staphylokokken eine erhebliche keimtötende Kraft. Entwicklungshemmend wirkte es nach demselben Autor gegenüber Staphylokokken noch bei einer Konzentration von 1 : 5000, gegenüber Typhusbazillen bei 1 : 18000. Auch seine Giftigkeit ist nicht sehr groß. Seine Brauchbarkeit zur „inneren Desinfektion" war also a priori sehr wohl möglich.

19 typhusinfizierte Kaninchen (s. Tab. 4) wurden mit dem Mittel (in rizinolsaurem Natrium gelöst) per os in Dosen von 0,1—0,7 g behandelt. 5 Tiere = etwa

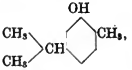
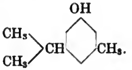
25% hatten keine Typhuskeime mehr in den Organen. Aber nur 10 von den 19 Kaninchen überlebten die Behandlung, die anderen waren interkurrent nach einer bis 7 Applikationen des Mittels eingegangen. Von diesen 10 zu Ende behandelten und dann getöteten Tieren wurden 3 = 30% frei von Typhusbazillen gefunden. Ein Heilerfolg ist unverkennbar, wenn er auch nicht so stark ist wie beim meta-Xylenol.

Zur rektalen Einverleibung wurde Thymol in heißem Olivenöl zu gleichen Teilen gelöst und eine entsprechende Menge der noch warmen Lösung mit möglichst wasserfreiem Rahm verrührt.

7 Tieren wurde dieser dicke Brei rektal zugeführt in Mengen, die 0,15 bis 0,5 g des Präparats entsprachen (s. Tab. 5). Die 3 Kaninchen, die die 4—6malige Behandlung ertrugen, hatten noch Typhusbazillen in mindestens einem Organ.

Die 4 Tiere, die nach wenigen und zum Teil kleinen Dosen eingegangen waren, wurden frei von Virus befunden. Aber gerade bei dem so schlecht in Wasser löslichen und daher nur schwer aus dem Körper ausspülbaren Thymol ist die Gefahr der Entwicklungshemmung durch die in den Organen spontan eingegangener Tiere noch vorhandenen Anteile besonders groß. Es ist diesen 4 positiven Ergebnissen daher keine Beweiskraft zuzumessen.

VI. Karvakrol ist gleichfalls ein Methylisopropylphenol, also ein Isomeres des Thymols und zwar

$C_6H_3 \begin{cases} OH & (1) \\ CH_3 & (2) \\ C_3H_7 & (5) \end{cases} =$ , dagegen Thymol .

Karvakrol ist wie Thymol in Wasser kaum, in Lipoiden gut löslich. Gegeben wurde es in Seifenlösung per os. Keines der 4 Kaninchen, die 3—7mal (s. Tab. 6) mit 0,1—0,5 g des Präparats behandelt wurden, hatte dabei die Typhusbazillen aus den Organen verloren.

V. Chlormetakresol $C_6H_3 \begin{cases} CH_3 & (1) \\ OH & (3), \\ Cl & (4) \end{cases}$ auf dessen große keimtötende Wirkung gleichfalls Laubenheimer (s. o.) aufmerksam machte; seine bakterizide Kraft wird allerdings durch Eiweiß stärker vermindert, als die des meta-Xylenols; die Dosis letalis des Präparats beträgt bei subkutaner Einverleibung 4 g auf das Kilogramm Meerschweinchen. Unter diesen Umständen erschien seine Anwendung in der inneren Desinfektion nicht aussichtslos.

Es wurde per os in Rizinusölseife gelöst 10 Kaninchen in Mengen von 0,3 bis 0,5 g, und rektal in Olivenöl-Rahmgemenge in Dosen von 0,17 g Kaninchen verabreicht (s. Tabelle 7). 8 per os und die beiden rektal behandelten Tiere gingen während der Versuchsperiode ein; 2 Kaninchen wurden nach 6maliger stomachaler Zufuhr getötet und waren frei von Typhusbazillen. Aber auch bei den 2—4mal behandelten, während der Versuche eingegangenen Tieren konnte in 3 Fällen kein Virus mehr nachgewiesen werden; auch hier liegt der Verdacht der Entwicklungs-

hemmung durch von den Organen festgehaltenes Chlorkresol nahe. Bei der rektalen Zufuhr blieb das Präparat ohne Wirkung.

Die Einverleibung per os machte übrigens sichtliche Schmerzen.

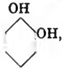
VI. Phenoläther. Angewandt wurden fernerhin 2 Äther von Phenolen, nämlich Phenetol = Phenoläthyläther $C_6H_5 \cdot O \cdot C_2H_5$ und Anethol = para-Propenylanisol $C_6H_4 \langle {}^{OCH_3 \quad (1)}_{CH = CH \cdot CH_3 \quad (4)}$. In diesen Verbindungen ist das Wasserstoffatom des Phenolhydroxyls ersetzt durch einen aliphatischen Rest, nämlich beim Phenetol das Wasserstoffatom des Phenols durch die Äthylgruppe (C_2H_5 —), beim Anethol das des Propenylphenols $CH_3 \cdot CH = CH \cdot C_6H_4 \cdot OH$ durch die Methylgruppe.

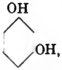
Die so entstehenden Verbindungen sind ihrer Äthernatur entsprechend nicht oder kaum wasserlöslich, leicht löslich aber in fetten Ölen.

Verabreicht wurde das Phenetol in Dosen von 0,67 g, das Anethol von 0,35 und 0,7 g per os; eines der beiden Phenetoltiere wurde 7 mal, das Anetholtier 5 mal behandelt; alle Tiere gingen während der Versuchsperiode ein und wiesen in mehreren ihrer Organe Typhusbazillen auf (s Tab. 8).

Die Phenoläther erwiesen sich also bei diesen Versuchen wirkungslos gegenüber Typhusbazillen im Kaninchen.

VII. Zweiwertige Phenole, und zwar von Dioxybenzolen die 3 Isomeren:

a) Brenzkatechin = ortho-Dioxybenzol $C_6H_4 \langle {}^{OH\ (1)}_{OH\ (2)}$ = 

b) Resorzin = meta-Dioxybenzol $C_6H_4 \langle {}^{OH\ (1)}_{OH\ (3)}$ = 

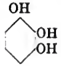
c) Hydrochinon = para-Dioxybenzol $C_6H_4 \langle {}^{OH\ (1)}_{OH\ (4)}$ = 

Durch den Eintritt einer zweiten Hydroxylgruppe in das Phenolmolekül entstehen je nach der relativen Lage der zweiten Hydroxylgruppe die 3 verschiedenen Verbindungen, die oben genannt sind. Sie sind sämtlich gut wasserlöslich, aber schwächer lipoidlöslich als das Phenol; ihre keimtötende Wirkung in vitro ist nicht sehr groß. Sie wurden früher zum Teil als Darmdesinfektionsmittel innerlich angewandt. Es erschien trotz der a priori geringen Aussichten auf einen therapeutischen Erfolg von Interesse, sie in einzelnen orientierenden Versuchen zu erproben.

Sie wurden in Dosen von 0,4—0,8 g den typhusinfizierten Kaninchen in wässeriger Lösung per os gegeben (s. Tabelle 9) und zwar Brenzkatechin einem Tiere, Resorzin und Hydrochinon je 4 Tieren. Je 2 Tiere aus den beiden letzten Reihen und das mit Brenzkatechin behandelte Kaninchen gingen nach 4—8 maliger Zufuhr der Mittel ein. Bei den zu Ende behandelten Tieren wurde Resorzin 8 und

10 mal, Hydrochinon je 8 mal gegeben. In keinem der Fälle hatten aber die Präparate einen Einfluß auf die Typhusinfektion gezeigt.

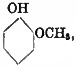
VIII. Geprüft wurde ferner die Wirkung des Pyrogallols, eines Trioxybenzols, in dem die 3 Hydroxylgruppen benachbart stehen:



Das Pyrogallol ist sehr gut in Wasser löslich, den Overtonschen Regeln nach aber wenig löslich in Lipoiden. Es ist bekannt als kräftiges Reduktionsmittel.

Es wurde 5 Tieren in je 8—9 Dosen von 0,5—1,0 g in Wasser gelöst per os gegeben (s. Tab. 9). Die Behandlung wurde von allen Tieren vertragen. Zwei der behandelten Tiere wurden nach 8- bezw. 9 maliger Zufuhr des Mittels frei von Typhusbazillen gefunden; bei den 3 anderen Tieren waren die Typhusbazillen nach 9 maliger Anwendung nicht zum Verschwinden gebracht worden.

IX. Aus der Gruppe der zweiwertigen Phenole wurde schließlich noch ein Äther angewandt, das Guajakol, der Brenzkatechinmonomethyl-Äther:

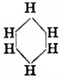


in dem das Wasserstoffatom einer Hydroxylgruppe des Brenzkatechins (Formel s. oben) ersetzt ist durch die Methylgruppe. Dieses Guajakol findet sich im Buchenholzteer, als dessen therapeutisch wirksamer Anteil es betrachtet wird.

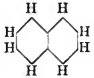
Guajakol ist in Wasser nur unter Zersetzung löslich, die Äthergruppe bedingt seine Lipoidlöslichkeit. Die gleichzeitige Anwesenheit der freien Hydroxylgruppe, des bakteriziden Prinzips des Phenols und der die Lipoidlöslichkeit bedingenden Meth-oxy-gruppe (—O—CH_3) ließen einen therapeutischen Erfolg möglich erscheinen; in der Tat wirkt das Präparat ziemlich stark antiseptisch.

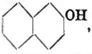
Zwei mit Dosen von 0,5 g Guajakol, gelöst in Rizinusölseife, behandelte Kaninchen gingen nach zwei- bezw. viermaliger Zufuhr des Mittels ein und hatten in mehreren Organen noch Typhusbazillen.

X. β-Naphthol. Die bisher besprochenen Präparate leiten sich vom Benzolkern



durch Substitution von Wasserstoffatomen ab. Treten an den Benzolkern Kohlenstoffatome unter neuer Ringbildung derart heran, daß beiden Ringen zwei Kohlenstoffatome gemeinsam sind, so bilden sich sogenannte kondensierte Kerne. Dazu gehört als wichtigster das Naphthalin.



Durch Ersatz eines der außenstehenden Wasserstoffatome durch die Hydroxylgruppe entsteht das β-Naphthol , das in Wasser schwer, nach der Overtonschen Regel in Lipoiden leichter löslich ist und in vitro ziemlich stark keimtötend wirkt.

Es wurde 8 typhusinfizierten Kaninchen zu 0,4 bis 0,5 g in Rizinusölseife gelöst per os 3- bis 10 mal gegeben, und 5 Kaninchen zu 0,036 bis 0,06 g in einer äquivalenten Menge Natriumkarbonatlösung gelöst in die Ohrvene injiziert (s. Tab. 10). Die intravenöse Zufuhr hatte fast immer länger dauernde Paresen der hinteren Extremitäten zur Folge.

Von den 8 per os behandelten Tieren gingen 3 nach 3- bis 4 maliger Eingabe des Naphthols ein, eines dieser Tiere wurde in allen Organen frei von Typhusbazillen gefunden. Die anderen 5 Tiere wurden nach Verabfolgung von 6 bis 10 Tagesdosen des Mittels getötet; zwei von ihnen waren frei von Typhusbazillen; bei einem dritten Tier war das Virus nur noch im Dünndarm nachzuweisen; die beiden anderen Tiere waren noch in mehreren Organen infiziert.

Von den 5 intravenös behandelten Tieren ertrugen 2 sechs bezw. sieben Dosen von 0,036 g, das eine war keimfrei, in dem anderen wurden in Gallenblase und Leber noch Typhusbazillen festgestellt. Von den 3 interkurrent eingegangenen Tieren war in einem nach 5 Dosen kein Virus mehr festzustellen, im zweiten war nach 4-maliger Behandlung noch die Leber, im dritten nach 2 maliger noch Galle, Niere und Dünndarm keimhaltig.

Dem β-Naphthol ist also eine bakterizide Wirkung im Organismus nicht abzusprechen.

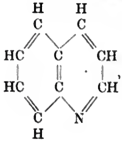
XI. Tribrom-β-Naphthol.

Durch Eintritt dreier Bromatome in das β-Naphthol entsteht das Tribrom-β-Naphthol $C_{10}H_4 \langle {OH \atop (Br)_3}$, das in technisch reiner Form zu Desinfektionszwecken in den Handel gebracht wird.

Lösungen des Mittels in Rizinusölseife wurden Kaninchen per os gegeben (s. Tab. 11). Eines von 7 Tieren wurde nach 5 Tagesdosen von je 0,2 g getötet und war frei von Typhusbazillen. Die übrigen 6 Tiere gingen nach 3- bis 6 maliger Eingabe des Mittels ein; in vieren von ihnen waren in der Gallenblase, zum Teil auch in anderen Organen noch Typhusbazillen, zwei aber waren frei von dem Virus.

XII. Ortho-Oxychinolin.

Durch Vereinigung des Benzol mit dem Pyridinring entsteht das Chinolin



, das sich wie eine schwache Base verhält.

Durch Eintritt einer Hydroxylgruppe an das dem Stickstoff benachbarte Kohlenstoffatom entsteht das Ortho-Oxychinolin, das infolge des Pyridinkerns schwach basische und infolge der Hydroxylgruppe schwach saure Eigenschaften hat. In Wasser ist es wenig löslich. Infolge seiner antiseptischen Eigenschaften wurde es schon früher zur Darmdesinfektion empfohlen.

Es wurde in Rizinusölseifenlösung zu 0,3 bis 0,5 g typhusinfizierten Kaninchen per os gegeben (s. Tab. 12). Zwei Kaninchen wurden nach 9 bezw. 5 Dosen getötet. Das neunmal behandelte war frei von Typhusbazillen; das andere (5 Tagesdosen) hatte sie noch in Gallenblase und Leber. Bei 3 von den 7 interkurrent eingegangenen Tieren hatte das Oxychinolin gleichfalls, und zwar nach 4, 6 und 8 Tagesdosen, das Virus zum Verschwinden gebracht, während bei den 4 anderen Tieren (2, 5, 5 und 6 Behandlungstage) noch die Gallenblase und zum Teil auch andere Organe keimhaltig waren.

XIII. Hochsiedende Phenolgemische.

Werden aus dem Gemische der im Teeröl vorkommenden Phenole die Karbolsäure und die Kresole, die in reinem Zustand zwischen 183 und 201° sieden, abdestilliert, so sind in dem Rückstand noch höhere Phenole, wie die Xylenole, Cumenole usw. vorhanden. Dieser Rückstand läßt sich wieder in verschiedene Fraktionen zerlegen, die Gemische der verschiedenen Phenole enthalten.

Bis jetzt sind von den höheren Phenolen nur einige Xylenole auf ihre Desinfektionskraft geprüft (von Laubenheimer, s. o.). Wahrscheinlich kommt aber auch den anderen hoch siedenden Phenolen eine keimtötende Wirkung zu. Es war uns daher von Interesse, einige solche Phenolfraktionen auf ihre Brauchbarkeit für die Chemotherapie des Typhus beim Kaninchen zu prüfen. Sie wurden uns in dankenswerter Weise von der Aktiengesellschaft für Teer- und Erdölindustrie zur Verfügung gestellt.

Wir untersuchten die zwischen 210° und 220° und die zwischen 230° und 240° destillierenden Gemische von Phenolen, je bei stomachaler und rektaler Zufuhr in Rizinusölseife bezw. Milchrahmgemenge (s. Tab. 13).

Das Phenolgemisch 210°/20° hatte, drei Kaninchen per os und per rectum zugeführt, die Typhusbazillen nicht zum Verschwinden gebracht.

Die Fraktion 230°/40° hatte nach 7 Dosen von 0,5 g per os und 6 Dosen von 0,75 g per rectum in je einem Falle die Tiere von dem Virus befreit. Ein anderes sechsmal per os mit 0,5 g behandeltes Kaninchen hatte noch in allen untersuchten Organen Typhuskeime.

XIV. Präparate des Handels. Höhere Phenolgemische kommen mehrfach als Darmdesinfektionsmittel in den Handel.

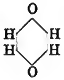
„Medical Izal“ soll ein von Kohlenwasserstoffen befreites Gemisch hochsiedender Phenole sein; nach ärztlichem Gutachten, die in dem Prospekt der Firma abgedruckt sind, sei es bei Ruhr, Cholera und anderen Krankheiten mehrfach mit Erfolg zur Krankenbehandlung benützt worden.

Kreolin wird als innerliches Mittel bei Rindern zur Behandlung des Milzbrands mehrfach von Tierärzten empfohlen.

Wir haben mit beiden Präparaten an typhusinfizierten Kaninchen Versuche angestellt (s. Tab. 13).

Von 8 mit Medical Izal behandelten Tieren wurden 3 je 10 mal mit 3 ccm der Originallösung, mit Wasser verdünnt, eines 7 mal mit 5 ccm per os behandelt. Frei von Typhusbazillen wurde eines des 4 Tiere gefunden, bei 2 anderen war das Virus nur noch in der Leber bezw. in der Milz nachweisbar. Von den während der Versuchszeit eingegangenen 4 Tieren wurden in je einem nach 2- und 4maliger Eingabe des Präparats keine Typhuskeime mehr festgestellt. Hier wie überall bei den vor Abschluß der Behandlung eingegangenen Tieren besteht aber die Möglichkeit, daß Keimfreiheit durch die entwicklungshemmende Wirkung der in den Organen vorhandenen Mengen der wirksamen Substanzen vorgetäuscht wird.

Die beiden mit Kreolin behandelten Kaninchen gingen nach 2 bezw. 4 Gaben von je 5 ccm des Präparats ein; sie hatten in allen Organen noch Typhusbazillen.

XV. 2 nicht phenolartige Präparate: Urotropin und Chinon. Das dem Hydrochimon nahestehende Chinon  wirkt in vitro stark bakterizid.

Ein Kaninchen ging nach 2 Dosen von je 0,3 g ein, Gallenblase, Leber und Milz enthielten Typhusbazillen (s. Tab. 9 unten).

Schließlich war es von Interesse, das Urotropin = Hexamethylentetramin, das als Blasendesinfiziens Verwendung findet, bei typhusinfizierten Kaninchen zu prüfen. Hexamethylentetramin bildet sich durch Zusammentreten von 6 Molekülen Formaldehyd mit 4 Molekülen Ammoniak: $C_6H_{12}N_4$. Seine vielfach bestätigte Wirkung in der Blase beruht darauf, daß es bei saurer Reaktion zum Teil wieder in seine Komponenten gespalten wird.

10 Dosen von 1—1,5 g in wässeriger Lösung Kaninchen per os verabfolgt blieben ohne erkennbare Wirkung auf die Typhusinfektion (s. Tab. 9 unten). Dies steht in Übereinstimmung damit, daß das Präparat auch bei der Dauerausscheidung von Typhusbazillen im Stuhlgang immer erfolglos angewandt wurde.

Tabelle 14 enthält die Angaben über den Befund bei den Kontrolltieren zu den verschiedenen hier aufgeführten Versuchsreihen.

Tabelle 1. Erfolg der Behandlung der typhusinfizierten

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchs-Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht vor Infektion	Gewicht bei Inversuchnahme	Gewicht am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Zahl der Behandlungstage
1	166	V	10 × 0,5 g	3140	3150	2570	26.		10
2	170	V	10 × 0,5 g	2850	2900	2950		29.	10
3	1	IX	9 × 0,5 g	3040	3160	3060		15.	9
4	18	IX	4 × 0,5 g	1950	1770	1400		15.	9
5	2	IX	7 × 0,5 g	3550	3430	2490	12.		7
6	57	XII	9 × 0,3 g	1660	1470	1125	17.		9
7	58	XII	9 × 0,3 g	1620	1410	1470		20.	9
8	65	XII	9 × 0,3 g	1690	1410	1330		20.	9
9	67	XII	9 × 0,3 g	1670	1450	1170	18.		9
10	68	XII	9 × 0,3 g	1600	1400	1320		20.	9
11	72	XIII	4 × 0,4 g	2450	2060	1860		14.	5
			1 × 0,5 g						
12	73	XIII	4 × 0,4 g	2400	2020	1730	7.		4
13	201	XV	7 × 0,4 g	1995	1410	1060		21.	7
14	203	XV	7 × 0,4 g	2060	1690		19.		7
15	229	XVII	3 × 0,4 g	1840		1370	9.		3
16	231	XVII	5 × 0,4 g	2420	2170	1980		11.	6
			1 × 0,5 g						
17	233	XVII	3 × 0,4 g	1980	1850	1620		11.	4
			1 × 0,5 g						
18	237	XVII	5 × 0,4 g	2530	2310	1770		11.	6
			1 × 0,5 g						
19	238	XVII	5 × 0,4 g	2450	2120	1850		11.	6
			1 × 0,5 g						
20	246	XVIII	3 × 0,4 g	1900	1750	1400		11.	4
			1 × 0,5 g						
21	159	XVIII	3 × 0,5 g	2570			9.		3
22	256	XVIII	3 × 0,5 g	2530			9.		3
23	129	XIX	5 × 0,4 g	2200	2120	2050		13.	5
24	271	XIX	5 × 0,4 g	2100	1900	1600		13.	5
25	285	XX	9 × 0,4 g	2790	2520	2070		14.	9
26	278	XX	9 × 0,4 g	2840	2740	2520		15.	9
27	274	XXI	10 × 0,4 g	2500	2420	2270		17.	10
28	297	XXI	8 × 0,4 g	2490	2180	1850		17.	8

Tiere mit meta-Xylenol in rizinolsaurem Natrium per os.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Seuche	H	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	2
Ty	Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	5
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	9
Ty	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Empyem der Gallenblase	0	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	infolge von Verletzungen eingegangen	H	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	15
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	16
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	17
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	19
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	20
Ty		Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	21
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		B	22
Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	Ty		0	23
Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	26
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	28

Tabelle 2. Erfolg der Behandlung mit meta-Xylenol

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Inversuchnahme	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	162	IV	rektal	4 $\times$ 0,4 g	3100	2650	2370	10.		4
2	932	V	„	1 $\times$ 0,4 g, 2 $\times$ 0,5 g 4 $\times$ 0,6 g			2630		16.	7
3	75	XIII	„	1 $\times$ 0,2 g	2500	2150	2150	4.		1
4	79	XIII	„	3 $\times$ 0,2 g	2570	2260	2320		14.	3
5	204	XV	„	2 $\times$ 0,3 g	2280	1710	1710	9.		2
6	215	XV	„	2 $\times$ 0,3 g	2260	1800	1790	9.		2
7	23	IX	intravenös und rektal	2 $\times$ 0,1 g intravenös 1 $\times$ 0,5 g rektal		3320	3200	5.		3
8	24	IX	intravenös und rektal	1 $\times$ 0,1 g intravenös 2 $\times$ 0,5 g rektal		1970	1870	6.		3
9	25	IX	rektal	2 $\times$ 0,5 g		1910	1800	6.		2
10	54	XII	„	6 $\times$ 0,2 g	1870	1650	1370	13.		6
11	63	XII	„	1 $\times$ 0,2 g	1790	1570	1530	7.		1
12	69	XII	„	1 $\times$ 0,2 g	1920	1630	1630	7.		1
13	28	IX	intravenös und intraperitoneal	2 $\times$ 0,1 g intravenös 2 $\times$ 0,2 g intraperiton.		2490	2390	6.		4
14	76	XIII	intraperitoneal	1 $\times$ 0,08 g 1 $\times$ 0,1 g 3 $\times$ 0,12 g	2900	2530	2090	9.		5
15	252	XVIII	rektal	5 $\times$ 0,5 g	2950	2600	2650		17.	5
16	293	XX	„	7 $\times$ 0,4 g	2220	2210	1990		15.	7
17	292	XX	„	7 $\times$ 0,4 g	2120	2060	1870		15.	7
18	283	XX	„	7 $\times$ 0,4 g	3470	3090	2790		15.	7
19	231	XXI	„	4 $\times$ 0,4 g	3350		2900	9.		4
20	296	XXI	„	4 $\times$ 0,4 g	3670		3070	9.		4
21	602	XXI	„	7 $\times$ 0,4 g	2600		2760		14.	7
22	14	XXI	„	4 $\times$ 0,4 g	2890		2630	11.		4

Tabelle 3. Versuche mit symmetrischen

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	12	IX	7 $\times$ 0,5 g	2030	2000	1860	12.		9
2	14	IX	7 $\times$ 0,5 g	2150	2120		11.		7
3	40	XI	3 $\times$ 0,5 g	2510		1570	7.		3
4	42	XI	1 $\times$ 0,5 g	2330	2060		4.		1
5	66	XII	3 $\times$ 0,3 g	1500	1300	1190	9.		3
6	213	XV	4 $\times$ 0,4 g	2320	1810	1650	11.		4
7	214	XV	7 $\times$ 0,4 g	2290	1880	1430		21.	7
8	241	XVII	5 $\times$ 0,4 g, 1 $\times$ 0,5 g	2520	2190	1650	10.		6
9	243	XVII	5 $\times$ 0,4 g, 1 $\times$ 0,5 g	2480	2270	1650		11.	6

per rectum, intravenös und intraperitoneal.

Bakteriologischer Befund in den Organen: Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm		Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	eitrige Peritonitis	B	1
Ty		Ty		—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—	eitrige Cholecystitis, Infektionsmilz	0	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	6
—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—		B	8
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	11
Ty		—	Ty	Ty	Ty		—	Ty		—	Ty		—	Ty		0	12
Ty		—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	13
—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	serös-eitrige Peritonitis, Enteritis	H	14
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		B*	15
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	—		0	16
Ty		—	Ty	Ty	Ty		Ty	—	Ty	—	Ty		Ty	Ty	Cholecystitis	0	17
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	18
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	—	Ty	Ty			0	19
—	—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	22

Xylenol in ricinolsaurem Natrium per os.

Bakteriologischer Befund in den Organen: Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm		Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		B	1
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	2
Ty		—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	starke hämorrhagische Enteritis	0	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		B	4
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	5
—	—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	9

Tabelle 4. Wirkung des

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere			eingegangen	getötet	Behandlungstage
				vor Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	am ?. Tag nach der Infektion		
1	35	I	3 × 0,1 g, 2 × 0,2 g 2 × 0,15 g	2200	2200	1940		13.	7
2	38	I	1 × 0,1 g		2220		3.		1
3	181	VIII	8 × 0,5 g	2100	1900	1500		14.	8
4	187	VIII	2 × 0,5 g	1790	1650	1580	4.		2
5	4	IX	7 × 0,5 g	3150	3110	3080	11.		7
6	7	IX	1 × 0,5 g	3830	3520		4.		1
7	206	XV	3 × 0,4 g	2090	1600	1400	10.		3
8	207	XV	7 × 0,4 g	2050	1580	1250	15.		7
9	255	XVIII	4 × 0,5 g	2550		1880	10.		4
10	118	XIX	3 × 0,5 g	1910	1700	1480	7.		3
11	277	XX	8 × 0,5 g	3070	3120			13.	8
12	281	XX	8 × 0,5 g	2920	2750	1990		13.	8
13	319	XXIII	7 × 0,5 g	1950	1620	1240		12.	7
14	320	XXIII	7 × 0,5 g	1940	1690	1100		12.	7
15	323	XXIII	7 × 0,5 g	2420	2280	2150		12.	7
16	331	XXIII	7 × 0,5 g	2240	2050	1970		12.	7
17	329	XXIII	7 × 0,5 g	1850	1820	1540		12.	7
18	83	XXIV	2 × 0,5 g 2 × 0,7 g	1900		1370	7.		4
19	179	XXIV	2 × 0,5 g 4 × 0,7 g	1950		1710		12.	6

Tabelle 5. Wirkung des

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere			eingegangen	getötet	Behandlungstage
				vor Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	am ?. Tag nach der Infektion		
1	61	XII	2 × 0,15 g	1360	1100	930	9.		2
2	76	XIII	2 × 0,15 g	2370	1990	1860	5.		2
3	208	XV	3 × 0,15 g	2070	1680	1020	12.		3
4	216	XV	3 × 0,15 g	2080	1750	1710	10.		3
5	260	XVIII	4 × 0,5 g	2800	2470	2520		16.	4
6	266	XIX	6 × 0,5 g	2150	1970	1870		14.	6
7	269	XIX	5 × 0,5 g	2270	2270	2400		14.	5

Thymols bei Zufuhr per os.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	direkt	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—		B	1
Ty		Ty		—	—	—	—	Ty		—	Ty		—	—		0	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	3
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	Ty			0	4
Ty		Ty		Ty	—	Ty	Ty	Ty		Ty	—	Ty	—	Ty		0	5
Ty		—	Ty	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	8
—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	9
—	Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	11
Ty		Ty		—	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	Ty		0	12
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		B	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	14
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		B	15
Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	—	—	Ty	Ty		0	16
—	—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	17
Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—		0	18
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		B	19

Thymols bei Zufuhr per rectum.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			4
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	5
—	—	—	—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—		B	6
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—		0	7

Tabelle 6. Wirkung

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	32	I	3 × 0,1 g, 3 × 0,25 g		2650	2340	10.		6
2	31	I	3 × 0,1 g, 3 × 0,25 g		2300	2200		12.	6
3	183	VIII	3 × 0,5 g	1640	1590	1390	5.		3
4	179	VIII	7 × 0,5 g	1990	1920	1540		14.	7

Tabelle 7. Wirkung des Chlormetakresols

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	235	XVII	per os	6 × 0,3 g	1800	1770	1600		11.	6
2	243	XVII	„ „	6 × 0,3 g	1900	1820	1430		11.	6
3	177	VIII	„ „	6 × 0,5 g	2540	2600	1900	8.		6
4	188	VIII	„ „	2 × 0,5 g	1820	1790	1670	4.		2
5	190	VIII	„ „	2 × 0,5 g	2340	2250	2040	4.		2
6	52	XII	„ „	2 × 0,3 g	1550	1360	1360	8.		2
7	71	XIII	„ „	3 × 0,4 g, 1 × 0,5 g	2200	1890	1460	6.		4
8	77	XIII	„ „	1 × 0,4 g, 2 × 0,5 g	2200	1850	1520	6.		3
9	202	XV	„ „	2 × 0,4 g	1780	1100	1070	9.		2
10	217	XV	„ „	3 × 0,4 g	1980	1440	1270	10.		3
11	59	XII	rektal	2 × 0,17 g	1550	1370	1420	8.		2
12	60	XII	„	1 × 0,17 g	1520	1320	1320	7.		1

Tabelle 8. Wirkung zweier Phenoläther, des

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	844	VII	Phenetol	7 × 0,67 g per os	2980		2100	19.		7
2	925	VII		2 × 0,67 g „ „				10.		2
3	61	VII	Anethol	3 × 0,35 g „ „ 2 × 0,7 g „ „				13.		5

des Carvacrols per os.

Galle direkt	Galle Mal.	Gallenblase Galle	Gallenblase Mal.	Leber direkt	Leber Galle	Leber Mal.	Milz direkt	Milz Galle	Milz Mal.	Niere direkt	Niere Galle	Niere Mal.	Dünndarm direkt	Dünndarm Mal.	Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
—	Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			1
Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			2
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	fettige Degeneration der Nieren, eiterige Cholecystitis		3
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	Niere normal		4

(Header: Bakteriologischer Befund in den Organen)

bei Zufuhr per os und per rectum.

Galle direkt	Galle Mal.	Gallenblase Galle	Gallenblase Mal.	Leber direkt	Leber Galle	Leber Mal.	Milz direkt	Milz Galle	Milz Mal.	Niere direkt	Niere Galle	Niere Mal.	Dünndarm direkt	Dünndarm Mal.	Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	2
—	Ty	—	Ty	Ty	Ty		Ty	—	Ty	Ty	Ty		Ty		schwere eitrige Cholecystitis, auffallend stark gallige Imbibition der Dünndarmschleimhaut	0	3
Ty				Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	4
Ty		Ty		Ty			—	—	—	—	—	—	Ty			0	5
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	—		B	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Cholecystitis, starke Injektion des Intestinnms	H	7
—	—	—	—	—	—	—	Ty	Ty		—	—	—	—	—	starke Injektion des Intestinums	B	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	10
—	—	Ty			Ty	Ty	—	—	—	—	—	Ty	—	—		0	11
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	12

(Header: Bakteriologischer Befund in den Organen)

Phenetols und Anethols bei Verabreichung per os.

Galle direkt	Galle Mal.	Gallenblase direkt	Gallenblase Mal.	Leber direkt	Leber Galle	Leber Mal.	Milz direkt	Milz Galle	Milz Mal.	Niere direkt	Niere Galle	Niere Mal.	Dünndarm direkt	Dünndarm Mal.	Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Ty		—	Ty	Ty	Ty		—	—	—	—	—	Ty	Ty		Seuche, Konkremente in der Galle	0	1
Ty	Ty	Ty		—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	2
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	Hämorrhagien der Magenschleimhaut, starke Enteritis, gallige Imbibition der Darmschleimhaut	0	3

(Header: Bakteriologischer Befund in den Organen)

Tabelle 9. Wirkung zwei- und dreiwertiger Phenole und des Phenoläthers Chinon und

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zahl und Größe der Dosen	Zufuhr	Gewicht der Tiere vor der Infektion	Gewicht der Tiere zu Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	318	XXII	Brenzkatechin	1 × 0,5 g 4 × 0,6 g	per os	2030		1900	10.		5
2	180	XXI	Resorzin	3 × 0,5 g 4 × 0,6 g 1 × 0,8 g	„ „	2070	1820	1050	17.		8
3	63	XXI		4 × 0,5 g 5 × 0,6 g 1 × 0,8 g	„ „	2020	2060	1750		17.	10
4	316	XXII		2 × 0,5 g 3 × 0,6 g	„ „	2280		1940	9.		5
5	303	XXII		2 × 0,5 g 6 × 0,6 g	„ „	2200		1770		14.	8
6	300	XXI	Hydrochinon	5 × 0,5 g	„ „	2350	2180	2100	11.		5
7	601	XXI		4 × 0,5 g	„ „	2350	2150		9.		4
8	35	XXII		8 × 0,4 g	„ „	3540		2200		14.	8
9	315	XXII		8 × 0,4 g	„ „	2560		2180		14.	8
10	272	XXI	Pyrogallol	4 × 0,5 g 5 × 0,6 g	„ „	2310	2140	2010		17.	9
11	273	XXI		4 × 0,5 g 5 × 0,6 g	„ „	2320	2170	2170		17.	9
12	57	XXII		3 × 0,6 g 5 × 1,0 g	„ „	3300		2200		14.	8
13	443	XXX		8 × 0,5 g 1 × 0,0 g	„ „	2200	2190	1700		13.	9
14	444	XXX		8 × 0,5 g 1 × 1,0 g	„ „	2150	2320	2180		13.	9
15	194	VIII	Guajakol	4 × 0,5 g	„ „	1860	1800	1500	6.		4
16	182	VIII		2 × 0,5 g	„ „	2280	1930	1710	5.		2
17	314	XXII	Chinon	2 × 0,3 g	„ „	1850	1590	1590	7.		2
18	387	XXVII	Urotropin	9 × 1,0 g 1 × 1,5 g	„ „	1820	1670	1500		14.	10
19	398	XXVII		9 × 1,0 g 1 × 1,5 g	„ „	1850	1650	1650		14.	10

Tabelle 10. Wirkung des β-Naphthols bei

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	169	V	per os	10 × 0,5 g	2760	2900	2930		29.	10
2	173	V	„ „	4 × 0,5 g	3650	3250	3000	19.		4
3	211	XV	„ „	7 × 0,4 g	1920	1470	930		21.	7
4	212	XV	„ „	4 × 0,4 g	2060	1580	1340	11.		4

Guajakol; ferner der nicht zu der Phenolreihe gehörenden Präparate Urotropin.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—		0	1
Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	Ty			0	2
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	—	—	—	—	—	Ty			0	3
Ty	Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	4
—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	5
—	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	6
—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	7
Ty		—	Ty	—	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		0	8
Ty		Ty		—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	Ty			0	9
—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	10
Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	Ty		0	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	13
—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	14
—	Ty	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	Ty		0	15
Ty		Ty		—	—	Ty	Ty	Ty		—	—	Ty	—	Ty		0	16
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—		0	17
Ty		Ty		—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—		0	18
Ty		Ty		—	—	Ty	Ty	Ty		—	Ty		—	—		0	19

intravenöser und stomachaler Einverleibung.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	Ty		0	1
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty			0	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		B	3
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		B	4

Fortsetzung von

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
5	240	XVII	per os	6 × 0,4 g	2050	1880	1480		11.	6
6	247	XVII	„ „	3 × 0,4 g	2110	2010	1670	7.		3
7	291	XX	„ „	8 × 0,5 g	1850	1860			14.	8
8	295	XX	„ „	8 × 0,5 g	1980	1980			14.	8
9	172	V	intravenös	1×0,06 g, 4 × 0,036 g	2560	2650	2470	24.		5
10	175	V	„	4 × 0,036 g	3350	2720	2450	21.		4
11	176	VIII	„	2 × 0,036 g	2030	1800	1670	3.		2
12	185	VIII	„	7 × 0,036 g	2730	2740	2370		14.	7
13	191	VIII	„	6 × 0.036 g	2860	2490	2460		14.	6

Tabelle 11. Wirkung des Tribrom-

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	16	IX	6 × 0,5 g	1900	1820	1450	10.		6
2	17	IX	4 × 0,5 g	2020	1790	1580	8.		4
3	80	XIII	4 × 0,3 g	2650	2280	1770	6.		4
4	210	XV	5 × 0,2 g	2000	1700			16.	5
5	239	XVII	5 × 0,3 g	2250	2000	1490	9.		5
6	244	XVII	6 × 0,3 g	2220	2100	1650	10.		6
7	282	XX	3 × 0,4 g	2900	2910	2420	8.		3

Tabelle 12. Wirkung des

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere vor Infektion	Gewicht der Tiere bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	56	XII	9 × 0,3 g	1490	1300	1120		20.	9
2	87	XIV	4 × 0,4 g	1770	1230	1020	11.		4
3	90	XIV	6 × 0,4 g	2310	1680	1450	13.		6
4	205	XV	2 × 0,4 g	1930	1490	1280	11.		2
5	236	XVII	4 × 0,3 g, 1 × 0,4 g	1630	1350	1050	9.		5
6	242	XVII	4 × 0,3 g, 2 × 0,4 g	1580	1380	1050	10.		6
7	54	XVIII	5 × 0,5 g	3120	2750	2980		17.	5
8	284	XX	8 × 0,5 g	2410	2230	1640	13.		8
9	288	XX	5 × 0,5 g	2670	2580	2060	9.		5

Tabelle 10.

Bakteriologischer Befund in den Organen: Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm		Sektionsergebnisse	Erfolg	Laufende Nr.
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	6
Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	Ty	Ty		0	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Jeweil nach den Injektionen Lähmungen der hinteren Extremitäten	H	9
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		B	10
Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	Ty			0	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Cholecystitis	H*	12
—	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	13

β-naphthols bei Zufuhr per os.

Bakteriologischer Befund in den Organen: Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm		Sektionsergebnisse	Erfolg	Laufende Nr.
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
		—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	1
—	—	—	Ty	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	Ty		0	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Starke Injektion des Intestinums	H	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	5
—	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	6
—	—	—	Ty	—	—	—	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	—		0	7

Oxy-chinolins bei Zufuhr per os.

Bakteriologischer Befund in den Organen: Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm		Sektionsergebnisse	Erfolg	Laufende Nr.
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	2
—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—		0	4
—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	6
—	—	Ty		—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	8
—	—	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—		0	9

Tabelle 13. Wirkung einiger hochsiedender Phenolfraktionen

Laufende Nr.	Tier-Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zahl und Größe der Dosen	Zufuhr	Gewicht der Tiere: vor Infektion	Gewicht der Tiere: bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere: am Ende der Behandlung	eingegangen (am ?. Tag nach der Infektion)	getötet (am ?. Tag nach der Infektion)	Behandlungstage
1	39	XI	Phenole 210/30°	8 × 0,5 g	per os					12.	8
2	33	XI		1 × 0,5 g	rektal				3.		1
3	43	XI		1 × 0,5 g	„				3.		1
4	178	VIII	Phenole 230/40°	6 × 0,5 g	per os	2440	2210	1680	10.		6
5	180	VIII		7 × 0,5 g	„	2100	2010	1680	7.		7
6	184	VIII		6 × 0,75 g	rektal	2900	2720	2200		17.	6
7	193	VIII		1 × 0,75 g	„	2300	2150	2100	3.		1
8	155	II	Medical Izal	2 × 7,5 ccm 2 × 6 ccm	per os „		1950		4.		2
9	144	II		2 × 7,5 ccm 2 × 6 ccm	„ „		1760		4.		2
10	152	II		7 × 5 ccm	„		2480	2070		11.	7
11	154	II		3 × 4 ccm	„		1850	1580	7.		3
12	151	II		2 × 5 ccm 1 × 6 ccm 1 × 7 ccm	„ „ „		2850	2320	11.		4
13	160	III		10 × 3 ccm	„	3230		2300		14.	10
14	161	III		10 × 3 ccm	„	3350		2190		14.	10
15	45	III		10 × 3 ccm	„	2980		2300		14.	10
16	19	IX	Creolin	4 × 5 ccm	„				8.		4
17	20	IX		2 × 5 ccm	„				5.		2

Tabelle 14.

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Gewicht der Tiere: vor der Infektion	Gewicht der Tiere: nach der Infektion	Gewicht der Tiere: vor der Sektion	eingegangen (am ?. Tag nach der Infektion)	getötet (am ?. Tag nach der Infektion)	Bakterio-: Galle: direkt	Bakterio-: Galle: Mal.	Bakterio-: Gallenblase: Galle	Bakterio-: Gallenblase: Mal.
1	39	I		1860	2060		13.	Ty		Ty	
2	36	I		2170	2220		13.	Ty		Ty	
3	122	II	2800	2260			12.	—	—	Ty	
4	164	III	2820		2750		14.	Ty		Ty	
5	158	IV	3400				12.	Ty		Ty	
6	171	V	2640				29.	—	—	—	—
7	831	VI	3400		2870		10.	Ty		Ty	
8	845	VII	2640		2370		13.	—	—	—	—
9	192	VIII	1590	1600	1370		17.	Ty		Ty	
10	11	IX	1980	1760	1600		14.	—	Ty	Ty	

und einiger Phenole enthaltender Handelspräparate.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsergebnisse	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	Ty	Ty		—	—	Ty	—	—	Ty	—	Ty	Ty	Ty			0	1
—	Ty	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		B	3
Ty		—	Ty		Ty	—		Ty			Ty		Ty			0	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	6
—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	starke Injektion der Darmgefäße, hämorrhagische Herde in der Lunge	H	8
Ty		Ty		—	Ty		—	Ty		—	Ty		—	Ty	ebenso	0	9
Ty		—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	10
Ty		—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	eitrige Cholecystitis	H	12
—	Ty	Ty		—	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—	blasse verfettete und vergrößerte Nieren, Magenwand leicht verdickt u. höckerig	0	13
—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	Nieren blaß, Magenwand verdickt mit schleimigen Auflagerungen	B	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nieren blaß, Magen- und Darmschleimhaut verdickt	H	15
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	Ty	Ty	—	—	Ty	—	Ty		0	16
—	—	—	—	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	—	Ty		0	17

Kontrolltiere.

logischer Befund in den Organen.											Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	Ty			1
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	Ty			2
—	Ty		—	Ty	—	—	Ty	—	—	—			3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			4
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			5
Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—			6
Ty	Ty		—	Ty		Ty	Ty		Ty				7
—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—			8
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			9
—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	Ty			10

Fortsetzung von

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Gewicht der Tiere			eingegangen	getötet	Bak-			
			vor der Infektion	nach der Infektion	vor der Sektion	am ?. Tag nach der Infektion		Galle		Gallenblase	
								direkt	Mal.	Galle	Mal.
11	29	IX					15.	Ty		Ty	
12	35	XI	2600	2510		5.		Ty		—	Ty
13	64	XII	1290	940	890	8.		Ty		Ty	
14	74	XIII	2000				14.	Ty		—	Ty
15	209	XV	1945	1420	980		21.	—	—	—	Ty
16	234	XVII	1980	1920	2050		11.	—	Ty	—	—
17	146	XIX	1730	1650	1280	13.		Ty	Ty	—	Ty
18	286	XX	2030	1850				—	—	Ty	Ty
19	287	XX	2020	1850				—	—	—	Ty
20	47	XXI	2020	1640	1020		17.	—	—	—	—
21	275	XXI	2320	2050	1570		17.	Ty		Ty	
22	311	XXII	1700		1620		14.	Ty	Ty	Ty	Ty
23	313	XXII	2820		2530		14.	Ty	Ty	Ty	Ty
24	334	XXIII	1700	1700	1500		12.	Ty	Ty	Ty	Ty
25	335	XXIII	1700	1720	1550		12.	—	—	—	—
26	224	XXIV	2100		1850		12.	—	—	—	—
27	220	XXIV	1640		1480		12.	—	—	—	—
28	399	XXVII	2050				14.	—	—	—	—
29	388	XXVII	2470		2050		14.	Ty	Ty	Ty	Ty
30	460	XXX	2100		1420		14.	Ty		—	—
31	452	XXX	2200		2000		14.	Ty		—	—

Tabelle 15. Zusammen-

Präparat	Art der Einverleibung	Zahl der angewandten Tiere	frei von Typhuswurden	= %
Meta-Xylenol	per os	28	21	75
	rektal	18	8	45
Symmetr. Xylenol . . .	per os	9	3	33
Thymol	per os	19	5	22
	rektal	7	4	
Carvacrol	per os	4	0	0
Chlormetakresol	per os	10	5	50
	rektal	2	0	0
Phenetol	per os	2	0	
Anethol	„ „	1	0	
Brenzkatechin	„ „	1	0	
Resorzin	„ „	4	0	0
Hydrochinon	„ „	4	0	0
Pyrogallol	„ „	5	2	40
Guajakol	„ „	2	0	0
β-Naphthol	„ „	8	3	40
	intravenös	5	2	40
Tri-brom-β-Naphthol . .	per os	7	3	40
Oxychinolin	per os	9	4	45

Tabelle 14.

teriologischer Befund in den Organen der Tiere											Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—			11
—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	Ty			12
Ty	Ty		Ty	Ty		—	Ty		—	—			13
—	Ty		Ty	Ty		Ty	—	—	Ty				14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			15
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			16
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			17
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			18
—	Ty	Ty	—	—	—	—	Ty		—	—			19
—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—			20
Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	Ty				21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty				22
—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	—			23
—	Ty		—	Ty		—	—	—	Ty				24
—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—			25
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			26
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—			27
—	—	—	—	—	—	Ty	Ty		—	—			28
Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty				29
Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			31

fassung der Tabellen 1—13.

es gingen ein	davon typhusfrei	zu Ende behandelt wurden	davon typhusfrei	= %
9	6	19	15	80
11	5	7	3	40
7	1	2	2	100
9	2	10	3	30
4	4	3	0	0
2	0	2	0	0
8	3	2	2	100
2	0	0		
2	0			
1	0			
1	0			
2	0	2	0	0
2	0	2	0	0
0		5	2	40
2	0			
3	1	5	2	40
3	1	2	1	
6	2	1	1	
7	3	2	1	

Zusammenfassung.

1. Für die Behandlung typhusinfizierter Kaninchen wurden teils wasserlösliche, teils wasserunlösliche, lipoidlösliche Präparate aus der Phenolreihe angewandt: ein- und zweiwertige Phenole und Phenoläther, ferner technische Gemische von Steinkohlenteerphenolen und zwei Handelspräparate von Desinfektionsmitteln. Zugeführt wurden die Präparate teils per os, teils per rectum; in einzelnen Fällen auch intravenös und intraperitoneal.

2. Wie die Zusammenstellung der Versuche mit reinen Substanzen in Tabelle 15 zeigt, ging ein Teil der Tiere während der Versuchsdauer an der Infektion oder der Giftwirkung der Pharmaka bezw. an beiden Ursachen ein. In diesen Fällen sind die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchungen der Organe der Möglichkeit der Entwicklungshemmung wegen nicht unbedingt beweisend.

3. Von vorwiegend lipoidlöslichen Mitteln wirkten namentlich: meta-Xylenol per os und per rectum, symmetrisches Xylenol per os, Thymol per os, Chlor-meta-Kresol per os, β-Naphthol per os und intravenös, Tri-brom β Naphthol per os, Oxychinolin per os; von den wasserlöslichen nur Pyrogallol. Unwirksam waren Carvacrol, die Phenoläther Phenetol und Anethol von den lipoidlöslichen Stoffen und die drei Dioxybenzole von den wasserlöslichen.

Von den beiden angewandten hohen Phenolfraktionen kam der einen ein bemerkenswerter Einfluß auf die Infektion zu.

Urotropin erwies sich als wirkungslos.

4. Die verhältnismäßig schnell abklingende Typhusinfektion des Kaninchens machte eine gehäufte Anwendung verhältnismäßig hoher Dosen nötig, die die relativ starke Mortalität während der Versuchsdauer erklärt.

5. Die Versuche zeigen, daß eine erfolgreiche Behandlung der Typhusinfektion des Kaninchens mit Mitteln, die auch in vitro bakterizid wirken, wohl möglich ist.

IV. Anwendung aromatischer Oxysäuren.

Bei einem Versuch, das in Wasser sehr schwer lösliche meta-Xylenol in einer 15%igen Natriumsalizylatlösung, in der es besser löslich ist, intravenös zu geben, beobachteten wir nach Einverleibung sehr kleiner Mengen Xylenol, daß die Organe des spontan eingegangenen Tieres frei von Typhusbazillen waren. Die kleinen zugeführten Mengen Xylenol konnten kaum keimtötend gewirkt haben, es lag also nahe, die Ursache der Desinfektion in dem salizylsauren Natrium zu suchen.

Als die nachstehenden Untersuchungen ausgeführt waren, erhielten wir auch Kenntnis von der Arbeit von Hilgermann „Zur Therapie der Bazillenträger bei

Typhus" [1]). Hilgermann beobachtete nach intravenöser Zufuhr von salizylsaurem Natrium in wässeriger Lösung, ein Verschwinden der Typhusbazillen aus den infizierten Kaninchen. Er verabreichte das Präparat per os während längerer Zeit (bis zu 17 Monaten) an 3 Typhusträgerinnen in einer Irrenanstalt in Tagesdosen von 3—5 g und fand, daß bei zweien der Patientinnen die Typhusbazillen im Kot zurückgingen, atypisch wurden und Tage lang überhaupt nicht nachzuweisen waren, während die Colibazillen überhand nahmen. Die dritte Dauerausscheiderin wurde im Lauf der Behandlung frei von Typhusbazillen.

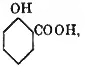
Salizylsaures Natrium gilt als galletreibendes Mittel und Hilgermann führt die Wirkung bei den 3 Typhusträgerinnen zum Teil auf eine Durchspülung der Gallengänge und der Gallenblase zurück.

Versuche, die Stern [2]) und Knick und Pringsheim [3]) mit Galle aus Gallefisteln an Personen bezw. Hunden machten, die Natriumsalizylat per os erhalten hatten, zeigten, daß die Galle durch die Salizylsäuregaben keine keimtötende Kraft gegenüber Typhusbazillen erhält.

Salizylsaures Natrium ist ein sehr sehr leicht in Wasser, nicht in Lipoiden lösliches Salz, von geringer keimtötender Kraft, aber leidlicher entwicklungshemmender Wirkung.

Da es in den Flüssigkeiten und Geweben des Tierkörpers schwerlich zur Bildung nennenswerter Konzentrationen der freien, stärker bakterizid wirkenden Salizylsäure kommen wird, waren die Aussichten auf eine chemotherapeutische Beeinflussung der Typhusinfektion durch salizylsaures Natrium a priori gering.

Da uns die intravenöse Zufuhr des salizylsauren Natriums bei einigen typhusinfizierten Kaninchen aber eine ganz unbestreitbare Beeinflussung ergab, haben wir chemotherapeutische Versuche auch mit einigen anderen aromatischen Oxysäuren vorgenommen und zum Vergleich auch die Benzoesäure und Zimtsäure herangezogen, also zwei gewöhnliche aromatische Karbonsäuren ohne Hydroxylgruppe am Benzolkern.

Geprüft wurden je in Form ihrer Natriumsalze: die Salizylsäure oder ortho-Oxybenzoesäure 

die mit der Salizylsäure isomere para-Oxybenzoesäure 

die Azetylsalizylsäure $C_6H_4 < \begin{matrix} O\cdot CO\cdot CH_3 & (1) \\ COOH & (2) \end{matrix}$, in der das Wasserstoffatom der Hydroxyl-

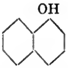
---

[1]) Klin. Jahrbuch 22, 291 (1910). Die Protokolle sind noch nicht erschienen.

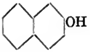
[2]) Stern, R., Festschrift für Leyden 1902, S. 582.

[3]) Knick, A. und Pringsheim, J., Deutsches Archiv für klinische Medizin Bd. 101, 137 (1911).

gruppe durch den Azetylrest ersetzt, also keine freie Hydroxylgruppe vorhanden ist; die Ortho-Kresotinsäure $C_6H_3\begin{cases}OH\\CH_3\\COOH\end{cases}$, das nächste Homologe der Salizylsäure, die zu ihr in einem Verhältnis steht, wie das Kresol $C_6H_4\begin{cases}OH\\CH_3\end{cases}$ zur Karbolsäure C_6H_5OH; die Gallussäure, eine Trioxybenzoësäure $C_6H_2\begin{cases}OH\ (5)\\OH\ (4)\\OH\ (3)\\COOH\ (1)\end{cases}$, die aus dem Tannin gewonnen wird; sie enthält, wie die Formel zeigt, 3 Hydroxylgruppen; die Phenoxyessigsäure $C_6H_5O \cdot CH_2CO_2H$, in der das Wasserstoffatom der Hydroxylgruppe ersetzt ist durch eine Essigsäuregruppe, aber so, daß die Karboxylgruppe frei bleibt; die Anissäure $C_6H_4\begin{cases}OCH_3\ (1)\\CO_2H\ (4)\end{cases}$, eine para-Oxybenzoësäure, in der das Wasserstoffatom der Hydroxylgruppe ersetzt ist durch die Methylgruppe; ferner die α- und die β-Oxynaphthoësäure, die sich ableiten von


α-Naphthol

und


β-Naphthol

durch Eintritt je einer Karboxylgruppe: $C_{10}H_6\begin{cases}OH\\COOH\end{cases}$.

Von aromatischen Säuren ohne Hydroxylgruppe wurden verwandt: die Benzoesäure $C_6H_5 \cdot COOH$ und die Zimtsäure $C_6H_5CH = CH \cdot COOH$, deren Natriumsalz bei der bekannten Hetol-Behandlung eine Rolle spielt.

Die 5–10%igen wässerigen Lösungen der Natriumsalze dieser Säuren wurden den typhusinfizierten Kaninchen an aufeinanderfolgenden Tagen in die Ohrvenen gespritzt; salizylsaures Natrium wurde auch per os mit der Schlundsonde gegeben. 2—3 Tage nach der letzten Behandlung wurden die Kaninchen durch Nackenschlag getötet, nachdem sie noch während der letzten 3 Tage Wasser zum Trinken erhalten hatten, um die Ausscheidung der Präparate aus dem Organismus zu beschleunigen und eine Entwicklungshemmung durch die zurückgebliebenen Mengen bei der bakteriologischen Aufarbeitung der Organe tunlichst zu vermeiden.

Sektion und bakteriologische Verarbeitung geschah, wie in der zweiten Arbeit von Hailer und Rimpau näher beschrieben ist[1]).

Die Ergebnisse:

6—7 malige Verabreichung von 1,0—1,5 g Salizylsäure per os als Natriumsalz in Wasser gelöst, brachten in einem von 5 Fällen die Typhusbazillen zum Verschwinden (s. Tab. 1); in den anderen 4 Fällen kann aber beim Vergleich mit den unbehandelten Kontrolltieren (s. Tab. 3) nicht von einer Beeinflussung der Infektion durch die Behandlung gesprochen werden.

[1]) S. diesen Band S. 295.

Wurde die Salizylsäure nicht per os, sondern in Tagesdosen von 0,3—0,5 g (auf freie Säure berechnet) intravenös den typhusinfizierten Kaninchen verabreicht, so wurden nach 5—8 maliger Behandlung 5 von 9 Kaninchen frei von Typhusbazillen gefunden; zwei der 9 in Versuch genommenen Tiere waren nach 4- bezw. 5 tägiger Behandlung eingegangen.

Die der Salizylsäure isomere para-Oxybenzoësäure (s. Tab. 1) war bei 4 Tieren nach 6—8 maliger intravenöser Einverleibung in Dosen von 0,3—1,0 g ohne Einfluß auf die Typhusinfektion.

Die Azetylsalizylaäure in 7 von 0,15 auf 0,4 g langsam steigenden Dosen intravenös 2 Kaninchen zugeführt, hatte bei einem Tier ein Verschwinden der Typhusbazillen aus den Organen zur Folge. 6 Dosen von 0,3—0,5 g waren bei 2 anderen Tieren wirkungslos. Ein Tier ging während des Versuches ein.

Die Behandlung zweier Kaninchen mit ortho-Kresotinsäure in Dosen zwischen 0,25 und 0,5 g war ergebnislos; 2 Tiere gingen nach 3 maliger Behandlung mit solchen Dosen ein.

Phenoxyessigsäure und Anissäure hatten bei den in der Tabelle 2 angegebenen Dosen die Typhusbazillen nicht zum Verschwinden gebracht; ebensowenig die Gallussäure nach je einer Gabe von 0,6 und 0,8 g.

Von den beiden Oxynaphthoësäuren hatte die α-Verbindung bei 5 Dosen von 0,2—0,4 g keine Wirkung, nach 4 Dosen von 0,2—0,3 g der β-Isomeren wurden die Organe frei von Typusbazillen gefunden.

Bei Anwendung von Benzoësäure wurden in einem von 3 Versuchen nach 5 maliger Zufuhr von 0,3—0,8 g die Organe frei von Typhusbazillen gefunden, ein Tier ging nach 4 maliger Zufuhr von je 1 g ein.

Zimtsäure hatte in Gaben von 0,5—0,8 g 6 mal verabreicht keine Wirkung entfaltet.

Zusammenfassung.

1. Natriumsalizylatlösung brachte per os an typhusinfizierte Kaninchen verabreicht in einem von 5 Fällen die Typhusbazillen aus den Organen zum Verschwinden.

Durch intravenöse Verabreichung des Präparates in 5—8 Tagesdosen von 0,3—0,5 g wurden 5 von 9 Kaninchen von den Typhusbazillen befreit.

2. Para-Oxybenzoësäure, ortho-Kresotinsäure, Phenoxyessigsäure, Anissäure, β-Oxynaphthoësäure und Zimtsäure waren bei intravenöser Zufuhr wirkungslos.

3. Durch Azetylsalizylsäure und Benzoësäure wurde je eines von dreien, durch β-Oxynaphthoësäure ein Kaninchen in den untersuchten Organen frei von Typhusbazillen.

4. Die Befunde bei Anwendung von Salizylsäure stehen in Übereinstimmung mit Angaben von Hilgermann über die Wirkung des Präparats bei typhusinfizierten Kaninchen.

Tabelle 1. Wirkung des Natriumsalizylats bei Zufuhr

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat Natriumsalz der	Größe und Zahl der Dosen	Zufuhr	Gewicht der Tiere: vor der Infektion	zu Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen (am ?. Tag nach der Infektion)	getötet (am ?. Tag nach der Infektion)	Behandlungstage
1	298	XXI	Salizylsäure	5 × 0,4 g	intravenös	2170	2170	1830		14.	5
2	301	XXII		8 × 0,3 g	„	2290		1910		14.	8
3	305	XXII		8 × 0,3 g	„	2340				14.	8
4	325	XXIII		2 × 0,3 g 5 × 0,4 g	„	2170	1950	1610		11.	7
5	328	XXIII		2 × 0,3 g 5 × 0,4 g	„	2150	2240	2040		11.	7
6	322	XXIII		2 × 0,3 g 5 × 0,4 g	„	1850	1970	2090		11.	7
7	321	XXIV		2 × 0,4 g 4 × 0,5 g	„	2320		2180		12.	6
8	336	XXIV		2 × 0,4 g 3 × 0,5 g	„	2290		2270	7.		5
9	339	XXIV		2 × 0,4 g 2 × 0,5 g	„	2540		1670	7.		4
10	324	XXIII	Salizylsäure	6 × 1,0 g 7 × 1,0 g	per os	1880	1630	1330	9.		6
11	330	XXIII		7 × 1,0 g	„	1790	1700	1440		12.	7
12	337	XXIV		2 × 1,0 g 4 × 1,5 g	„	2370		1940		11.	6
13	342	XXIV		2 × 1,0 g 4 × 1,5 g	„	1920		1400		11.	6
14	341	XXIV		2 × 1,0 g 4 × 1,5 g	„	1950		1640		11.	6
15	121	XXI	para-Oxybenzoesäure	1 × 0,3 g 7 × 0,5 g	intravenös	2120	2140	2220		17.	8
16	299	XXI		1 × 0,3 g 7 × 0,5 g	„	2370	2400	2350		17.	8
17	253	XXV		1 × 0,6 g 1 × 0,8 g 4 × 1,0 g	„	2400	2240	2600		12.	6
18	369	XXVI		1 × 0,8 g 6 × 1,0 g	„	2480	2370	2250	12.		7

Tabelle 2. Wirkung der Azetylsalizylsäure, Ortho-Kresotin-, Gallus-,

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zahl und Größe der Dosen	Zufuhr	Gewicht der Tiere: vor der Infektion	zu Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen (am ?. Tag nach der Infektion)	getötet (am ?. Tag nach der Infektion)	Behandlungstage
1	326	XXIII	Azetylsalizylsäure	1 × 0,15 g, 3 × 0,3 g 3 × 0,4 g	intravenös	2090	2050	1890		11.	7
2	327	XXIII		1 × 0,15 g, 3 × 0,3 g 3 × 0,4 g	„	2050	2100	2040		11.	7
3	340	XXIV		1 × 0,3 g, 1 × 0,4 g 4 × 0,5 g	„	2320		1560		11.	6
4	338	XXIV		1 × 0,3 g, 1 × 0,4 g 4 × 0,5 g	„	2250		1760		11.	6
5	365	XXVI		1 × 0,6 g 2 × 0,8 g	„	2520	1940	1900	7.		3

per os und intravenös und des para-oxybenzoesauren Natriums.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	2
—	Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—		0	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	7
—	—	Ty		—	—	Ty	—	Ty	—	—	—	—	—	—		0	8
Ty		—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	9
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	10
—	—	—	—	—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	11
—	Ty	—	Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	12
Ty		Ty		Ty	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—		0	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	14
—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	15
—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	16
—	—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	17
—	—	—	—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—		0	18

Phenoxyessig-, Anis-, α- und β-Oxynaphthoe-, Benzoe- und Zimtsäure.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	1
—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	2
—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	4
—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	5

Fortsetzung von

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zahl und Größe der Dosen	Zufuhr	Gewicht der Tiere			eingegangen	getötet	Behandlungstage
						vor der Infektion	zu Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	am ?. Tag nach der Infektion		
6	351	XXV	Ortho-Kresotinsäure	1 × 0,25 g, 1 × 0,4 g 4 × 0,5 g	intravenös	2100	2050	2070		12.	6
7	356	XXV		1 × 0,25 g 2 × 0,5 g	„	2300	2250	2300	9.		3
8	366	XXVI		6 × 0,4 g	„	2860	2400	2480		12.	6
9	367	XXVI		3 × 0,4 g	„	2600	2000	1970	7.		3
10	362	XXV	Gallussäure	1 × 0,5 g 1 × 0,8 g	„	2150	1950	1520	7.		2
11	1	XXIII	Phenoxyessigsäure	4 × 0,3 g 2 × 0,4 g	„	3300	2940	2740		11.	6
12	333	XXIII		4 × 0,3 g 1 × 0,4 g	„	3140	3030	3050		11.	5
13	370	XXVI		1 × 0,6 g 6 × 0,8 g	„	2120	1940	1720		12.	7
14	376	XXVI	Anissäure	1 × 0,5 g 5 × 0,8 g	„	2150	1750	1410	10.		6
15	379	XXVI		1 × 0,5 g 6 × 0,8 g	„	2050	1870	1340	12.		7
16	56	XXIII	α-Oxynaphthoësäure	3 × 0,2 g 2 × 0,4 g	„	3100	2680	2470		11.	5
17	88	XXIII	β-Oxynaphthoësäure	3 × 0,2 g 1 × 0,3 g	„	2970	2920	2990	7.		4
18	343	XXIV	Benzoësäure	1 × 0,3 g, 2 × 0,6 g 2 × 0,8 g	„	2270		2170		12.	5
19	344	XXIV		1 × 0,3 g, 2 × 0,6 g 2 × 0,8 g	„	2220		2000		12.	5
20	176	XXIV		1 × 0,3 g, 2 × 0,6 g 2 × 0,8 g	„	2240		1960		12.	5
21	358	XXV		4 × 1,0 g	„	2400	2400	2170	7.		4
22	364	XXVI	Zimtsäure	1 × 0,5 g, 1 × 0,7 g 4 × 0,8 g	„	2000	1770	1550		12.	6
23	373	XXVI		1 × 0,5 g, 1 × 0,7 g 4 × 0,8 g	„	2000	1950	1500	9.		6

Tabelle 3. Angaben über die Befunde

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Gewicht der Tiere			eingegangen	getötet	Bak-			
			vor der Infektion	nach der Infektion	vor der Sektion	am ?. Tag nach der Infektion		Galle		Gallenblase	
								direkt	Mal.	Galle	Mal.
1	47	XXI	2020	1640	1020		17.	—	—	—	—
2	275	XXI	2320	2050	1570		17.	Ty		Ty	
3	311	XXII	1700		1620		14.	Ty		Ty	
4	313	XXII	2820		2530		14.	Ty		Ty	
5	334	XXIII	1700	1700	1520		12.	Ty		Ty	
6	335	XXIII	1700	1720	1550		12.	—	—	—	—
7	224	XXIV	2100		1850		12.	—	—	—	—
8	220	XXIV	1640		1480		12.	—	—	—	—
9	381	XXVI	1700	1750	1550		14.	—	—	—	—

Tabelle 2.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—		0	6
Ty	Ty	Ty	Ty	Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	7
—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	8
—	Ty	—	Ty	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	9
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty			0	10
—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	11
—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	12
—	Ty	—	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	13
Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	—		0	15
Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty			0	16
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	17
—	—	—	—	—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	18
—	—	Ty	Ty	—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	19
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	20
—	—	—	Ty	Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	21
Ty		—	Ty	—	—	—	Ty	Ty		—	—	—	—	—		0	22
—	Ty	Ty		—	—	Ty	—	Ty		—	—	—	—	—		0	23

in den unbehandelten Kontrolltieren.

teriologischer Befund in den Organen											Sektionsbefund	Laufende Nr.
Leber			Milz			Niere			Dünndarm			
direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.		
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		1
Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	Ty			2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty			3
—	Ty		—	—	—	—	—	Ty	—	—		4
—	Ty		—	Ty		—	—	—	Ty			5
—	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—		6
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		7
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		8
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		9

V. Anwendung von Stoffen aus der Gruppe der ätherischen Öle.

Mehrere ätherische Öle werden schon zur „innere Desinfektion" therapeutisch verwendet, so Terpentinöl, Sandelöl u. a. Sie sind nicht oder wenig wasserlöslich, und haben zum Teil nicht unerhebliche keimtötende Wirkung im Reagenzglasversuch, z. B. das Zimtöl, zum Teil eine stark entwicklungshemmende Wirkung wie Terpineol und Menthol[1]).

Da die Heilwirkung der ätherischen Öle im wesentlichen aus ihrer Reagenzglaswirkung geschlossen und ihre Anwendung zum großen Teil empirisch erfolgte, lag es nahe, ihre Wirkung im tierischen Organismus experimentell zu prüfen.

Die unmittelbar aus Pflanzen gewonnenen ätherischen Öle sind aus einer Reihe der verschiedensten Stoffe zusammengesetzt, die teils der aliphatischen, teils der aromatischen, teils der Terpenreihe angehören. Aus diesen ätherischen Ölen hat man eine Reihe von Einzelindividuen rein dargestellt und ihre Konstitution aufgedeckt; man fand so von Angehörigen der Terpenreihe solche, die reine Kohlenwasserstoffe sind, solche die zur Gruppe der primären, sekundären und tertiären Alkohole, zu den Aldehyden, Ketonen, zyklischen Oxyden gehören, ferner Ester von Säuren usw.

Wir haben bei unseren zur vorläufigen Orientierung über die chemotherapeutische Wirkung verschiedener Präparate aus der Terpenreihe dienenden Versuchen Repräsentanten aus mehreren dieser Klassen einheitlicher, rein dargestellter Individuen untersucht; und ferner einige der zusammengesetzten ätherischen Öle, wie sie unmittelbar aus den Pflanzen durch Destillation, Extraktion usw. hergestellt werden.

Die Versuchsanordnung war dieselbe wie bei den letztbeschriebenen Versuchen[2]). Die ätherischen Öle wurden teils in Rizinusöl-Seifenlösung, teils in Olivenöl, teils in Milchrahmgemenge den Kaninchen per os und per rectum zugeführt. Das Natriumsalz der Kampfersäure und zum Teil auch das Terpinhydrat wurden in wässeriger Lösung gegeben.

An Kohlenwasserstoffen wurde geprüft:

1. Pinen, $C_{10}H_{16}$, der Hauptbestandteil der Terpentinöle; es wurde (s. Tab. 1) den Tieren in Tagesdosen von 0,5 g per os und rektal gegeben. Bei den stomachal siebenmal behandelten Tieren blieb das Präparat wirkungslos. Die beiden Tiere, denen das Pinen per rectum in Milchrahmgemenge 6- bezw. 8mal zugeführt worden war, gingen während der Versuchsdauer ein, das 8mal behandelte war frei von Typhusbazillen, nicht das mit 6 Behandlungstagen.

2. Carven, ein Kohlenwasserstoff aus dem Kümmelöl. Ein Kaninchen ging nach 3maliger Einverleibung des Kohlenwasserstoffs per rectum ein (s. Tab. 1); es hatte in fast allen Organen Typhusbazillen.

Von Alkoholen wurden verabreicht:

---

[1]) s. z. B. Laubenheimer, Phenol und seine Derivate als Desinfektionsmittel. Habilitationsschrift. Gießen 1909.

[2]) s. Hailer und Rimpau, dieser Band S. 295.

1. Borneol, $C_{10}H_{18}O$, ein sekundärer Alkohol und zwar 10mal in Dosen von 0,5—1,0 g per os in Milchrahmgemenge an 2 Kaninchen. Beide waren in allen untersuchten Organen frei von Typhusbazillen.

2. Terpinhydrat, $C_{10}H_{22}O_3$, ein dreiwertiger Alkohol (zwei tertiäre, eine primäre Gruppe). Terpinhydrat wurde in reichlichen Mengen Wasser gelöst, 3 Kaninchen in Dosen von 1 g 4—7 mal per os gegeben (s. Tab. 1).

In keinem der Fälle waren die Typhusbazillen zum Verschwinden gebracht. Als das Präparat aber in 8—9 Gaben von 0,25—1,0 g in Rizinusölseife gelöst 4 Kaninchen per os eingegeben wurde, erwiesen sich 3 der Tiere bei der Sektion frei von Typhuskeimen.

3. Linalool, ein tertiärer Alkohol, $C_{10}H_{18}O$. Er wurde bei 2 Kaninchen in 10 Dosen von 0,5—1,0 g per os in Milchrahmgemenge gelöst eingeführt (s. Tab. 1). Die Typhusbazillen waren in einem bezw. 2 Organen der Tiere noch vorhanden.

4. Terpineol, $C_{10}H_{18}O$, ein einwertiger tertiärer Alkohol. Er hat in 8 resp. 9 Tagesdosen von 1,0 g bei 2 Tieren keine Abtötung aller Keime bewirkt (s. Tab. 1).

Als Aldehyd wurde geprüft das Citronellal, $C_{10}H_{18}O$, der Hauptbestandteil des Citronellöls und zwar bei Zufuhr per os in Milchrahmgemenge an 2 Tieren in 10 Tagesgaben von 0,5—1,0 g. Ein Tier wurde nach der Tötung vollkommen frei von Typhusbazillen gefunden, das andere enthielt das Virus noch in sämtlichen Organen.

Als Typ eines Ketons wurde Carvon, $C_{10}H_{14}O$, ein Bestandteil des Kümmelöls einem Kaninchen in 8 Dosen von 0,5 g per os in Milchrahm gegeben (s. Tab. 1). Das Tier war in allen Organen frei von Typhusbazillen.

Eukalyptol, $C_{10}H_{18}O$, ist ein zyklisches Oxyd. Per os in Dosen von 0,5—1,0 g in Milchrahm oder Seife eingegeben, brachte es bei 7- bezw. 9 maliger Eingabe die Typhusbazillen bei 2 Tieren zum Verschwinden, bei einem Tiere waren sie noch im Dünndarm, bei einem anderen in mehreren Organen nachzuweisen. Drei Tiere waren nach zwei- bezw. viermaliger Behandlung eingegangen; bei zwei dieser Tiere wurden Typhuskeime in mehreren Organen, bei dem dritten nur im Dünndarm nachgewiesen.

Drei Kaninchen wurde Eukalyptol in Gaben von 0,5 g in Milchrahmgemenge durch den Mastdarm zugeführt. Eines ging nach 6 maliger Behandlung ein; seine Organe waren frei von Typhusbazillen; 2 wurden nach 8 maliger Zufuhr getötet und wurden in mehreren Organen noch infiziert gefunden.

Kampfer, $C_{10}H_{16}O$, ist ein Keton. In Dosen von 0,4—0,75 g typhusinfizierten Kaninchen 7 9 mal per os in Ölrahmgemenge zugeführt, zeigte Kampfer keine starke Wirkung auf die Infektion (s. Tab. 1); auch in vitro ist seine keimtötende und entwicklungshemmende Kraft gering.

Sein Oxydationsprodukt, die Kampfersäure $C_8H_{14}\left<\begin{matrix}CO_2H\\CO_2H\end{matrix}\right.$, eine zweibasische Säure, die als Natriumsalz in Mengen von 0,5—1,0 g (auf Säure berechnet) zwei Kaninchen in wässeriger Lösung per os eingegeben wurde, war ohne Einfluß auf

Tabelle 1. Wirkung von

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere: vor der Infektion	Gewicht der Tiere: bei Beginn der Behandlung	Gewicht der Tiere: am Ende der Behandlung	eingegangen (am ?. Tag nach der Infektion)	getötet (am ?. Tag nach der Infektion)	Behandlungstage
1	401	XXVIII	Pinen	rektal	8 × 0,5 g in Milch-Rahmgemenge	2220	2170	1660	13.		8
2	409	XXVIII		rektal	6 × 0,5 g desgl.	2170		1550	12.		6
3	492	XXXII		per os	7 × 0,5 g desgl.	2250	2120	1990		11.	7
4	496	XXXII		per os	7 × 0,5 g desgl.	2210	2070	2150		11.	7
5	410	XXVIII	Carven	rektal	3 × 0,5 g desgl.	2070	1800		7.		3
6	390	XXVII	Terpinhydrat	per os	1 × 0,4 g 7 × 1,0 g } in Seife	2870	2840	2420		14.	8
7	400	XXVII		„ „	1 × 0,5 g 7 × 0,5 g } in Seife	2250	2150			14.	8
8	417	XXIX		„ „	7 × 1,0 g } in wässeriger Lösung	2150	1950			10.	7
9	420	XXIX		„ „	7 × 1,0 g } in wässeriger Lösung	2070	2030			10.	7
10	430	XXIX		„ „	4 × 1,0 g } in wässeriger Lösung	2720	2320		6.		4
11	445	XXX		„ „	7 × 0,25 g 4 × 0,4 g } in Seife	2100		1490		13.	9
12	446	XXX		„ „	7 × 0,25 g 4 × 0,4 g } in Seife	2100	2020	2210		13.	9
13	447	XXX	Borneol	„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } in Milch-Rahmgemenge	2200	1920	1810		14.	10
14	448	XXX		„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } in Milch-Rahmgemenge	2100	1980	1670		14.	10
15	451	XXX	Linalool	„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } desgl.	2350	2080	1870		14.	10
16	453	XXX		„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } desgl.	2350	2280	1960		14.	10
17	383	XXVII	Terpineol	„ „	9 × 1,0 g in Seife	2170	1620			14.	9
18	386	XXVII		„ „	8 × 1,0 g in Seife	2200	1970	1770	12.		8
19	450	XXX	Citronellal	„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } in Milch-Rahmgemenge	2500	2560	2150		14.	10
20	457	XXX		„ „	8 × 0,5 g 1 × 0,75 g 1 × 1,0 g } in Milch-Rahmgemenge	2600	2550	2300		14.	10
21	405	XXVIII	Carvon	„ „	8 × 0,5 g in Milch-Rahmgemenge	2120	1750	2050		14.	8
22	389	XXVII	Eukalyptol	„ „	1 × 0,75 g 3 × 1,0 g } in Seife	2220			8.		4
23	394	XXVII		„ „	1 × 0,75 g 8 × 1,0 g } in Seife	2270	2220			14.	9
24	404	XXVIII		rektal	8 × 0,5 g } in Milch-Rahmgemenge	2330	2100	2000		14.	8
25	407	XXVIII		rektal	8 × 0,5 g } in Milch-Rahmgemenge	2280	2100	2020		14.	8

Stoffen aus der Terpenreihe.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	1
Ty	Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	Ty		Ty	Ty		0	2
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		0	4
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	—	Ty	—	—		0	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		—	—		B	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	7
—	—	—	—	—	Ty		—	Ty		—	—	—	—	—		0	8
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	9
Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	12
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	14
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		—	—		0	15
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	16
Ty		Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	Ty		Ty			0	17
—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	19
Ty		Ty		—	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty			0	20
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	21
Ty		Ty		—	Ty		—	Ty		Ty	Ty		—	—		0	22
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	23
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	24
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	Ty			0	25

Fortsetzung von

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen		Gewicht der Tiere vor der Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
26	424	XXIX		per os	7 × 0,5 g	in Milchrahmgemenge	2100	1980			10.	7
27	425	XXIX		„ „	7 × 0,5 g		2250	2175			10.	7
28	432	XXIX		„ „	2 × 0,5 g		2300	2240	2120	4.		2
29	449	XXX		„ „	9 × 0,5 g 1 × 1,0 g	Desgl.	2150	1940	1870		14.	10
30	458	XXX		„ „	4 × 0,5 g		2100	1940	1470	6.		4
31	454	XXX		rektal	6 × 0,5 g		2200	2030	1490	10.		6
32	469	XXV		per os	9 × 0,5 g	Desgl.	2260	2160	2200		13.	9
33	427	XXIX	Kampfer	„ „	4 × 0,4 g 1 × 0,5 g 2 × 0,75 g	in Ölrahmgemenge	2170	1920			10.	7
34	426	XXIX		„ „	4 × 0,4 g 1 × 0,5 g 2 × 0,75 g		2200	2055			10.	7
35	463	XXXI		„ „	9 × 0,5 g	in Ölrahmgemenge	2820	2480	2320		13.	9
36	467	XXXI		„ „	9 × 0,5 g		2400	2170	1950		13.	9
37	382	XXVII	Kampfersäure als Natriumsalz	„ „	3 × 1,0 g 7 × 0,5 g	in Wasser	3270	2920	2840		14.	10
38	385	XXVII		„ „	3 × 1,0 g 1 × 0,5 g		3240	2350	2160	6.		4

Tabelle 2. Wirkung

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen		Gewicht der Tiere vor der Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
1	391	XXVII	Terpentinöl	per os	1 × 0,5 g 8 × 1,0 g	in Seife	2000	1730			14.	9
2	392	XXVII		„ „	1 × 0,5 g 8 × 1,0 g		2000	1770	1300	12.		9
3	483	XXXII		„ „	4 × 1,5 g	in Olivenöl	2120	1740	1530	6.		4
4	498	XXXII		„ „	7 × 1,5 g		2120	1980	1960		11.	7
5	418	XXIX	Ceylon-Zimtöl	„ „	1 × 0,75 g 2 × 0,5 g	in Seife	1950	1740	1570	5.		3
6	421	XXIX		„ „	2 × 0,5 g		2050	2020	1920	4.		2
7	429	XXIX		rektal	2 × 0,5 g	in Milchrahm	2050	1970		5.		2
8	433	XXIX		„	3 × 0,5 g		2150			10.		3
9	439	XXIX	Sandelöl	per os	6 × 0,5 g	Desgl.	2250				10.	6
10	440	XXIX		„ „	3 × 0,5 g		2370		1740	7.		3
11	456	XXX		„ „	4 × 0,5 g	Desgl.	2200	1690	1450	7.		4
12	459	XXX		„ „	9 × 0,5 g		2300	2470	2360		14.	9

Tabelle 1.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	26
Ty		—	Ty	—	—	—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—		0	27
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty			B	28
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty			B	29
Ty		Ty		Ty	—	—	Ty	Ty		—	—	—	—	—		0	30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	31
Ty		Ty		—	Ty		—	—	—	Ty	Ty		—	—		0	32
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	33
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	Ty		—	—		0	34
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	35
—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		0	36
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	Ty			0	37
Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—		0	38

ätherischer Öle.

Bakteriologischer Befund in den Organen															Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	Ty		Ty			0	1
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	Ty		Ty			0	2
Ty		Ty		Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	3
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty		0	4
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	5
Ty		—	Ty	Ty	—	—	Ty	Ty		—	—	Ty	—	—		0	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	9
—	—	Ty	—	—	Ty		—	Ty		—	Ty		—	—		0	10
Ty		—	—	Ty	—	—	—	—	Ty	—	—	—	Ty			0	11
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		H*	12

Fortsetzung von

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Präparat	Zufuhr	Zahl und Größe der Dosen	Gewicht der Tiere: vor der Infektion	bei Beginn der Behandlung	am Ende der Behandlung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Behandlungstage
13	489	XXXI		per os	8 × 0,5 g } in Milch-Rahm	1930	1830	1400	10.		8
14	491	XXXI		„ „	4 × 0,5 g }	2110	1900	1500	6.		4
15	481	XXXII	Wacholderöl	„ „	5 × 0,5 g Desgl.	1890	1690	1450	7.		5
16	434	XXIX	Pfefferminzöl	„ „	2 × 0,5 g } Desgl.	2100				10.	6
17	437	XXIX		„ „	6 × 0,5 g }	2220			5.		2

Tabelle 3. Die Befunde

Laufende Nr.	Tier Nr.	Versuchsreihe Nr.	Gewicht der Tiere: vor Infektion	nach Infektion	bei Tötung	eingegangen am ?. Tag nach der Infektion	getötet am ?. Tag nach der Infektion	Bak- Galle: direkt	Galle: Mal.	Gallenblase: Galle	Gallenblase: Mal.
1	381	XXVI	1700	1750	1550		14.	—	—	—	—
2	399	XXVII	2050				14.	—	—	—	—
3	388	XXVII	2470		2050		14.	Ty		Ty	
4	415	XXVIII	1990	1750	1750		14.	Ty		Ty	
5	416	XXVIII	1970	1710	1740		14.	Ty		Ty	
6	422	XXIX	1700				10.	Ty		Ty	
7	426	XXIX	1630				10.	—	Ty	—	—
8	460	XXX	2100		1470		14.	Ty		—	—
9	452	XXX	2200		2000		14.	Ty		—	—
10	476	XXXI	1730	1530	1300		13.	—		—	Ty

die Infektion. Als starke Säure besitzt diese Verbindung im Gegensatz zu den bisher aufgeführten keine Lipoidlöslichkeit.

Von den Pflanzenölen wurden verwendet:

1. Terpentinöl, das namentlich aus Pinen (s. oben) besteht. Es wurde (s. Tab. 2) in Seifenlösung und Olivenöl per os gegeben, brachte aber die Typhusbazillen, ebenso wie das reine Pinen, nicht zum Verschwinden.

2. Sandelöl, das namentlich die beiden Alkohole α- und β-Santalol, Teresantalsäure, Kohlenwasserstoffe und andere Verbindungen enthält, wurde in Milchrahmgemenge 6 Kaninchen per os zugeführt (s. Tab. 2). 4 der Tiere gingen nach 3 bis 8 Gaben von 0,5 g Sandelöl ein; sie wurden in mindestens einem Organe infiziert gefunden. 2 Tiere, die 6 und 9 mal in der angegebenen Weise behandelt waren und dann getötet wurden, erwiesen sich frei von Typhusbazillen.

Tabelle 2.

Bakteriologischer Befund in den Organen														Sektionsbefund	Erfolg	Laufende Nr.
Galle		Gallenblase		Leber			Milz			Niere			Dünndarm				
direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.			
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	13
Ty		—	Ty	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	—	—		0	14
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		0	15
Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		0	16
Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	Ty		—	—		0	17

bei den Kontrolltieren.

teriologischer Befund in den Organen											Sektionsbefund	Laufende Nr.
Leber			Milz			Niere			Dünndarm			
direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Mal.		
Ty	Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		1
—	—	—	—	—	—	Ty	Ty		—	—		2
Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty			3
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		4
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		5
—	—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—		6
—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—	—	—		7
Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		9
—	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—		10

3. Ceylon-Zimtöl. Je 2 Kaninchen gingen nach 2 bezw. 3 Gaben des Öls per os und per rectum ein. Bei den per os mit Seifenlösung des Öls behandelten Tieren war keine Befreiung von der Infektion eingetreten, dagegen waren in den rektal behandelten Tieren keine Typhusbazillen mehr festzustellen.

4. Wachholderöl und

5. Pfefferminzöl hatten, bei 1 bezw. 2 Kaninchen per os in Milchrahmgemenge zugeführt, die Typhusbazillen in den Organen nicht abgetötet (s. Tab. 2).

Tabelle 3 enthält die Angaben über die Kontrolltiere zu den vorstehenden Versuchen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die natürlich vorerst nur für den Tierversuch eine Bedeutung beanspruchen und nicht ohne weiteres zu praktischen Schlußfolgerungen führen dürfen, lassen sich, wie folgt, zusammenfassen:

1. Einige der Terpenreihe angehörende Verbindungen, namentlich die Alkohole Terpinhydrat und Borneol, der Aldehyd Citronellal, das Keton Carvon und das zyklische Oxyd Eukalyptol zeigten eine bemerkenswerte Wirkung gegenüber den Typhusbazillen im Kaninchen.

2. Kein Verschwinden des Virus hatten bewirkt: die Kohlenwasserstoffe Pinen und Carven, die Alkohole Linalool und Terpineol, der Kampfer und die Kampfersäure.

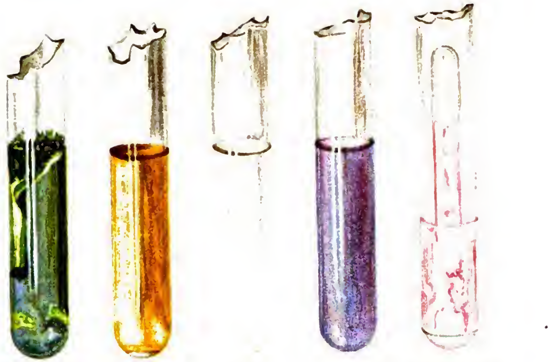
3. Auf eine Wirksamkeit bestimmter Gruppen kann aus diesen Versuchen nicht geschlossen werden.

4. Von den ätherischen Ölen hatten Terpentinöl, Wachholder- und Pfefferminzöl keine Wirkung auf die Infektion gezeigt.

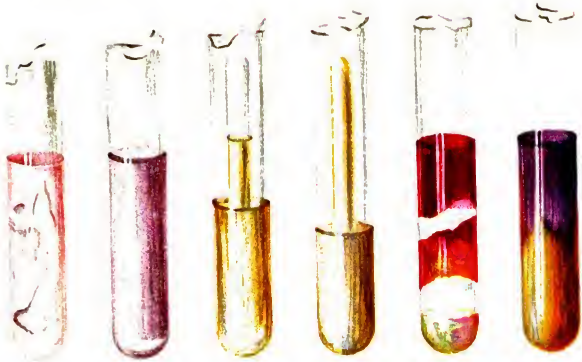
Dagegen hatten Ceylon-Zimtöl bei rektaler Zufuhr und Sandelöl bei stomachaler die Typhusbazillen in mehreren Fällen im Organismus des Kaninchens abgetötet.

Ende des 2. Heftes.
Abgeschlossen am 13. März 1914.

Wachstum des Bacillus suipestifer auf verschiedenen Differentialnährböden



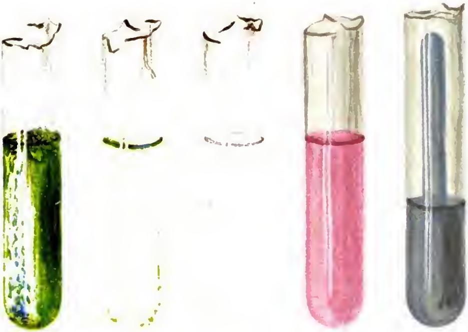
Löffler-Lösung I (Traubenzucker und Milchzucker) — Löffler-Lösung II (Milchzucker) — Milch — Lackmusmolke — Lackmusmannit-nutrose-Lösung nach Hetsch



Barsiekow-Lösung I (Traubenzucker) — Barsiekow-Lösung II (Milchzucker) — Traubenzucker-Bouillon — Milchzucker-Bouillon — Neutralrot-Agar — Orcein-Agar

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Wachstum des Bacillus suipestifer Voldagsen auf verschiedenen Differentialnährböden.



Löffler-Lösung I (Traubenzucker und Milchzucker) — Löffler-Lösung II (Mannitzucker) — Milch — Lackmusmolke — Lackmusmannitnutrose-Lösung nach Hetsch



Barsiekow-Lösung I (Traubenzucker) — Barsiekow-Lösung II (Milchzucker) — Traubenzucker-Bouillon — Milchzucker-Bouillon — Neutralrot-Agar — Orcein-Agar

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Maßanalytische Bestimmung des Kaseins in der Milch mittels des Tetraserums.

Von

Dr. B. Pfyl und **Dr. R. Turnau,**

wissenschaftlichen Hilfsarbeitern im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Inhaltsübersicht: Einleitung; Besprechung der acidimetrischen Verfahren zur Bestimmung des Kaseins in der Milch. — Zur Feststellung des Stickstoffgehaltes von Kasein. — Zur Feststellung des Säureäquivalentes von Kasein. — Einfluß von Kohlendioxydverlusten auf die indirekte Titration des Kaseins. — Titration des Kaseins unter Anwendung des Tetraserums. — Beleganalysen. — Zusammenfassung.

Einleitung.

Die Kaseinbestimmung in der Milch ist bekanntlich unentbehrlich für die Kontrolle des Molkereibetriebes, die vielfach in den Nahrungsmittel-Untersuchungsanstalten ausgeübt wird. Für die eigentliche Kontrolle des Milchverkehrs hat die Kaseinbestimmung bisher nur beschränkte Anwendung gefunden. Einerseits waren die üblichen Verfahren der Kaseinbestimmung zu umständlich, anderseits wurde die Bedeutung der Kaseinbestimmung noch nicht genügend gewürdigt. In den letzten Jahren sind nun für die Kaseinbestimmung in der Milch zahlreiche einfachere, maßanalytische und physikalisch-chemische Verfahren in Vorschlag gebracht worden. Da diese Verfahren zum Teil noch Mängel besitzen, zum Teil noch wenig erprobt sind, so haben sie noch keine allgemeine Anwendung gefunden.

Die Kaseinbestimmung scheint uns nun besonders wichtig für den Nachweis von Verfälschungen der Milch mit Molke. Ambühl hat zuerst auf diese Verfälschung hingewiesen. Sie kommt gar nicht selten vor[1]). Bei der Umständlichkeit der üblichen Verfahren war es jedoch wenig verlockend, die Milch auf solche Zusätze zu prüfen. Ferner ist die Kaseinbestimmung wichtig für die Erkennung von physiologisch und pathologisch veränderter Milch. Sowohl Kolostrum wie Milch von z. B. euterkranken Kühen oder von Kühen, die am Ende der Laktation stehen, enthält in der Regel neben abnormen Mengen anderer Stoffe auch abnorme Mengen von Kasein. Schließlich dürfte die Kaseinbestimmung insbesondere bei Sammelmilch in Verbindung

[1]) Vergl. Teichert, Methoden zur Untersuchung von Milch und Molkereiprodukten. 1909. S. 159.

mit andern Werten den Nachweis der Wässerung ergänzen. Aus den bisher veröffentlichten Analysen geht nämlich hervor, daß der Kaseingehalt von Sammelmilch nur geringen täglichen Schwankungen unterliegt und daß auch der Kaseingehalt der Milch verschiedener Herden keine großen Abweichungen zeigt. Da sowohl fettfreie Trockenmasse wie fett- und kaseinfreie Trockenmasse zum Nachweis der Wässerung gute Dienste leisten, so muß auch die Differenz dieser Werte — das Kasein — zu diesem Zwecke geeignet sein.

Im Hinblick auf diese vielseitige Verwendbarkeit der Kaseinbestimmung erschien es von Interesse, auf die neueren maßanalytischen Verfahren näher einzugehen und eine möglichst einwandfreie Vorschrift zur raschen Bestimmung des Kaseins auszuarbeiten. Von den verschiedenen vorgeschlagenen Verfahren erschienen diejenigen am aussichtsreichsten, die auf der acidimetrischen Bestimmung des Kaseins beruhen.

Ein solches Verfahren hat zuerst Matthaiopoulos[1]) in Vorschlag gebracht. Hiernach wird das Kasein indirekt gegen Phenolphthalein austitriert, indem einerseits diejenige Menge Alkali ermittelt wird, die zur Neutralisation der Gesamtsäure der Milch erforderlich ist, anderseits diejenige Menge Alkali, die der Gesamtsäure minus Kasein entspricht. 20 ccm Milch und 80 ccm Wasser werden unter Umrühren mit 0,04 n. Schwefelsäure versetzt, bis gerade alles Kasein in großen Flocken ausgefällt ist, und filtriert; 100 ccm des Filtrates werden mit 0,1 n. Alkali gegen Phenolphthalein neutralisiert. Weitere 20 ccm Milch und 80 ccm Wasser versetzt man mit genau derselben Menge 0,04 n. Schwefelsäure und neutralisiert, ohne zu filtrieren, gegen Phenolphthalein. Die Differenz der im zweiten und ersten Versuch ermittelten ccm 0,1 n. Alkali gibt, mit 0,11315 multipliziert, das Kasein für 20 ccm Milch, wobei 1131,5 als das Säureäquivalent des Kaseins angenommen ist. Van Slyke und Bosworth[2]) neutralisieren 20 ccm Milch und 80 ccm Wasser mit 0,1 n. Alkali gegen Phenolphthalein, lassen dann unter beständigem Schütteln bei 18—24° solange 0,1 n. Essigsäure (a ccm) zufließen, bis der Niederschlag sich klar abscheidet. Dann wird mit Wasser zu 200 ccm aufgefüllt, filtriert und zu 100 ccm des Filtrates 0,1 n. Alkali bis zur eben eintretenden Rötung des Phenolphthaleins gegeben (b ccm). Durch Multiplikation der Differenz $\frac{a}{2} - b$ mit 1,0964 erhält man die Gramme Kasein in 100 ccm Milch (Säureäquivalent des Kaseins = 1096,4). Hart[3]) verdünnt 10,5 ccm Milch mit 75 ccm Wasser, fällt das Kasein mit 1 bis 1,5 ccm 10%iger Essigsäure aus, filtriert, wäscht nach, bis keine Säure mehr nachweisbar ist, löst das Kasein in 10 ccm 0,1 n. Alkali und neutralisiert mit 0,1 n. Säure gegen Phenolphthalein; 1 ccm NaOH entspricht 0,108 g Kasein (Säureäquivalent 1080). Burr und Berberich[4]) haben das Verfahren von Matthaiopoulos nachgeprüft, indem sie Vergleichsversuche mit dem Schloßmannschen, auf der Stickstoffbestimmung beruhenden Verfahren anstellten. Die Abweichungen der beiden Verfahren bei normaler Milch sind unbeträchtlich (± 0,1%), bei Kolostrum dagegen erheblich (in einem Falle wurde acidimetrisch 0,65% weniger Kasein erhalten als nach Schloßmann). Um die Umrechnung auf das Gesamtvolumen des Serums zu umgehen, soll es zweckmäßiger sein, das Kasein mit Wasser nachzuwaschen und Filtrat und Waschwasser zusammen zu titrieren. In diesem Falle läßt sich auch der ausgeschiedene Kaseinniederschlag in der Weise titrieren, daß man ihn zunächst mit Wasser in einen Porzellanmörser spült, fein zerreibt und mit 0,1 n. Alkali gegen Phenolphthalein neutralisiert. De Graaf[5]) erhielt nach dem Verfahren von Matthaiopoulos und nach dem gewichtsanalytischen Verfahren von Hoppe-Seyler bei Vollmilch, Magermilch, Buttermilch genügend übereinstimmende Werte. Er bemängelt indessen,

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chem. **47**, 492 (1908).

[2]) Journ. of Ind. and Engin. Chem. **1**, 768 (1909); Zeitschr. f. Unt. d. Nahr.- u. Genußm. **22**, 618 (1911).

[3]) Journ. of Biol. Chemistry **6**, 445 (1909); Zeitschr. f. Unt. d. Nahr.- u. Genußm. **22**, 304 (1911).

[4]) Molkereiztg. Hildesh. **23**, 1453 (1909).

[5]) Pharm. Weekblad **47**, 34 (1910).

daß der Endpunkt der Titration unscharf und das Abfiltrieren äußerst zeitraubend sei; bei Frauenmilch lasse sich das Kasein schwer abscheiden, auch sei voraussichtlich mit einer andern Äquivalentzahl des Kaseins in Frauenmilch zu rechnen. Nach Engel[1]) ist das maßanalytische Verfahren von Van Slyke und Bosworth für die Kontrolle des Molkereibetriebes brauchbar. Die Abweichungen gegen das gewichtsanalytische Verfahren betragen 0,2 %.

Für die Nachprüfung dieser Verfahren kam es nun in erster Linie darauf an, einen möglichst richtigen Säuretiter für das Kasein festzusetzen, da die bisher angegebenen Säureäquivalente für das Kasein auf Grund nicht ganz einwandfreier Verfahren ermittelt schienen.

Als Vergleichsmethoden konnten ferner nur einwandfreie Verfahren dienen. Als solche wurden bisher die Verfahren von Hoppe-Seyler[2]) und Schloßmann[3]) angesehen. Da das Verfahren von Hoppe-Seyler umständlicher ist als dasjenige von Schloßmann, gaben wir dem letzteren den Vorzug. Hiernach wird bekanntlich das Kasein quantitativ mit Alaun ausgefällt, ausgewaschen und sein Stickstoffgehalt nach dem Verfahren von Kjeldahl bestimmt. Gegen die Richtigkeit der nach diesem Verfahren bisher erhaltenen Ergebnisse sprechen jedoch einige neuere Mitteilungen (vergl. S. 352), wonach der bisher für die Berechnung angenommene, mittlere Stickstoffgehalt des Kaseins, 15,7 %, zu hoch, infolgedessen der Stickstofffaktor 6,37 % zu niedrig wäre.

Wir haben daher möglichst reines Milch Kasein hergestellt und dessen Stickstoffgehalt und Säuretiter bestimmt.

Unter den angeführten acidimetrischen Verfahren sind einige, bei denen das abgeschiedene Kasein direkt mit Phenolphthalein als Indikator titriert wird. Bei praktischen Versuchen zeigte es sich jedoch, daß eine scharfe Titration nur dann möglich ist, wenn das abgeschiedene Kasein zuvor von Fett und sonstigen Beimengungen befreit ist. Hierdurch würde das Verfahren zu umständlich werden. Wir haben uns daher der indirekten Titration des Kaseins zugewandt. Alle diese Verfahren besitzen nun den gemeinsamen Mangel, daß das Kasein sich schwer filtrieren läßt. Soweit zur Abscheidung des Kaseins Mineralsäuren benutzt werden, liegt außerdem die Möglichkeit vor, daß sich kleine Mengen Kasein im geringsten Überschuß der Säuren lösen, worauf auch von anderer Seite schon vielfach hingewiesen wurde.

Da es uns in letzter Zeit gelungen war[4]), einwandfreie Essigsäureseren (ohne Verdünnung der Milch mit Wasser) in einfacher Weise herzustellen, so lag es nahe, diese Seren — die Tetraseren — auch zur Kaseinbestimmung heranzuziehen.

Bei den bisherigen Verfahren zur indirekten Titration des Kaseins wird bei der Berechnung des Kaseins angenommen, daß a Volumen Milch a Volumen Serum entsprechen, wodurch bei normaler Milch ein Fehler bis zu 5 % des gefundenen Kaseins, bei Kolostrum ein beträchtlicher Fehler bedingt wird. Nur so ist es zu erklären, daß Burr und Berberich (vergl. S. 348) acidimetrisch bei Kolostrum 0,65 % Kasein weniger gefunden haben als nach dem Verfahren von Schloßmann.

[1]) Molkereiztg. Hildesh. 24, 1454 (1910).

[2]) Hoppe-Seyler, Handb. d. physiol. u. patholog. chem. Analyse 1903; Zeitschr. f. physiolog. Chem. 9, 246 (1884).

[3]) Zeitschr. f. physiol. Chem. 22, 197 (1897); Milchztg. 26, 169 (1897).

[4]) Arb. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte 40, 245 (1912).

Versucht man mit Burr und Berberich diesen Fehler dadurch zu vermeiden, daß man nicht einen aliquoten Teil des Filtrates vom Kasein, sondern das ganze Filtrat samt Waschwasser titriert, so wird bei den Tetraseren das Verfahren zu umständlich. Wir haben daher zur richtigen Berechnung des Kaseins aus der Titration eines aliquoten Teiles des Kaseinfiltrates sachgemäße Formeln abgeleitet.

Schließlich kann gegen die indirekten Verfahren zur Titration des Kaseins der Einwand erhoben werden, daß unter Umständen Kohlendioxydverluste beim Abfiltrieren des Kaseins zuviel Kasein finden lassen. Es war daher erforderlich, auch hierauf näher einzugehen.

Zur Feststellung des Stickstoffgehaltes von Kasein.

Für die Herstellung von reinem Kasein aus Milch wurde nachfolgendes Verfahren eingehalten:

Je 5 Liter frische, durch Zentrifugieren entrahmte Milch werden mit 15 Litern destilliertem Wasser verdünnt und unter Einleitung von Kohlendioxyd[1]) mit etwa 100 ccm 20%iger Essigsäure (zuletzt tropfenweise) versetzt. Nach ganz kurzer Zeit hat sich das Kasein feinflockig ausgeschieden. Nach dem Absetzen des Niederschlags wird die nahezu vollkommen klare überstehende Flüssigkeit abgehebert, der Niederschlag noch im ursprünglichen Gefäße wiederholt mit sehr verdünnter Essigsäure behandelt, durch ein Koliertuch abfiltriert und oft mit heißem Wasser nachgewaschen, schließlich in kleinen Anteilen mit Wasser zentrifugiert. Das letzte abgeschleuderte Wasser darf keinen Glührückstand hinterlassen.

Das Kasein wird nun auf Koliertüchern ausgepreßt, an der Luft zwischen Filtrierpapier etwas getrocknet, dann zur Entfernung von Fett und Wasser wiederholt mit absolutem Alkohol und Äther behandelt. Hierbei wird das Kasein nacheinander mit Alkohol, Alkoholäthermischung und Äther in Reibschalen fein zerrieben und wiederholt in der Schüttelmaschine mit Äther und etwas Alkohol in großen Stöpselflaschen geschüttelt, bis 200 ccm der Waschflüssigkeit nach dem Verdunsten nicht den mindesten Fettrückstand hinterlassen. Mittels reinen Äthers wird das Kasein aus den Schüttelflaschen herausgebracht. Es hinterbleibt nach dem Verdunsten des anhaftenden Äthers und Abpressen zwischen Filtrierpapier als feines, schneeweißes Pulver, das sich zwar trocken anfühlt, aber trotzdem noch sehr beträchtliche Mengen Feuchtigkeit, Äther und Alkohol enthält. Es wird daher im Vakuumexsikkator über öfter erneuertem Phosphorpentoxyd bis zur Gewichtskonstanz getrocknet, was etwa 8 Tage dauert. Das so getrocknete Kasein gibt nun auch im Trockenschrank bei 100° nur mehr Spuren von Feuchtigkeit ab.

Nach den bisher üblichen Darstellungsverfahren wurde das in ähnlicher Weise behandelte Kasein zur weiteren Reinigung wiederholt in sehr verdünntem Alkali gelöst und mit verdünnter Essigsäure wieder ausgefällt. Nach einer Mitteilung von Lindet[2]) soll durch diese Behandlung aus dem Kasein Schwefel und Phosphor abgespalten

[1]) Nach De Jager (Malys Jahresber. d. Tierchem. 25, 178 [1895]) wird durch den Gasstrom eine glattere Abscheidung des Kaseins erzielt.

[2]) Compt. rend. 155, 12 (1912).

werden, während nach Hammarsten[1]) das Kasein hierdurch nicht verändert wird. Um sicher zu gehen, haben wir unsere Kaseinpräparate sowohl vor wie nach der Behandlung mit Alkali und verdünnter Essigsäure (3maliges Ausfällen) auf den Gehalt an Stickstoff, Phosphor und Asche geprüft.

Die Stickstoffbestimmung wurde nach Kjeldahl unter alkalimetrischer Titration des Ammoniaks gegen Methylorange ausgeführt. Für Substanzmengen unter 0,5 g wurden 0,1 n., für größere Mengen 0,25 n. Maßflüssigkeiten benutzt.

Für die Bestimmung des Phosphors wurde das Kasein mit Salpeter-Schwefelsäure aufgeschlossen und in der sehr stark eingeengten Lösung der Phosphor zuerst als Ammoniumphosphormolybdat, dann als Ammoniummagnesiumphosphat gefällt und in Magnesiumpyrophosphat übergeführt.

Zur Aschenbestimmung wurde das Kasein in einer Platinschale langsam im elektrischen Ofen verkohlt und bei einer Temperatur von höchstens 650° verascht. Bei dieser Temperatur wurden die Platinschalen nicht wie bei höheren Temperaturen durch die aus dem Kaseinphosphor entstandene Phosphorsäure angegriffen.

Die Ergebnisse der Analysen sind in der nachstehenden Tabelle 1 zusammengestellt.

Tabelle 1. Analysen von Kaseinpräparaten.

Kaseinpräparat	Stickstoffgehalt %	Phosphorgehalt %	Fettgehalt %	Asche %
A (nicht mit Alkali behandelt)	15,53	0,83	0,03	0,08
	15,51	0,86	0,03	0,07
	15,50	—	—	—
	15,50	—	—	—
B (nicht mit Alkali behandelt)	15,58	0,84	0,05	0,09
	15,60	0,83	0,04	0,08
	15,48	—	—	—
	15,44	—	—	—
C (durch dreimaliges Auflösen in Lauge und Wiederausfällen mit Säure gereinigt)	15,58	0,82	0,02	0,06
	15,52	0,83	0,03	0,07
	15,48	—	—	—
	15,44	—	—	—
Mittel:	15,51% ± 0,015			

Hieraus ergibt sich, daß der Gehalt unserer Kaseinpräparate an Stickstoff und Phosphor bei der Behandlung mit sehr verdünntem Alkali nicht wesentlich geändert wird. Auch die Asche veränderte sich kaum und enthielt fast ausschließlich Phosphorsäure, wie wir uns durch besondere Versuche überzeugten.

Während der übliche Stickstoffaktor des Kaseins zu 6,37 angenommen wird, was einem mittleren Stickstoffgehalt von 15,7 % entspricht, berechnet sich für den Durchschnitt unserer Stickstoffbestimmungen 15,5 % Stickstoff oder ein Stickstofffaktor von 100 : 15,5 = 6,45.

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chem. 7, 263 (1882).

Im nachfolgenden sollen diese Werte mit den wichtigsten bisher ermittelten verglichen werden.

Die reinsten von Hammarsten[1]) hergestellten Kaseinpräparate hatten einen mittleren Stickstoffgehalt von 15,65%, was einem Stickstofffaktor von 6,39 entspricht. Hammarsten hat jedoch den Stickstoff nach dem Verfahren von Dumas bestimmt, womit bekanntlich leicht etwas zu hohe Resultate erhalten werden[2]); aber trotzdem ist dieser Stickstoffgehalt noch niedriger, der Faktor höher als allgemein angenommen wird.

Chittenden und Painter[3]), deren Kaseinanalysen in einigen Lehrbüchern[4]) angeführt sind, finden als mittleren Kaseinstickstoffgehalt den Wert von 15,91%, woraus sich der Faktor 6,27 berechnet. Der hohe Wert von 15,91 erklärt sich zum Teil durch den Umstand, daß er nach dem Verfahren von Dumas gefunden wurde. Hierzu kommt, daß Chittenden und Painter auch für Kohlenstoff etwas höhere Werte als die meisten andern Autoren gefunden haben. Ferner wurde das Kasein für die Analyse bei 105° getrocknet, wobei es offenbar etwas verändert wird.

Nach Sebelien[5]) enthält das Albumin der Milch etwas mehr Stickstoff als das Kasein. Aus den Analysen berechnet Sebelien einen mittleren Stickstoffgehalt der Eiweißstoffe der Milch von 15,7% und hieraus den Faktor 6,37. Dieser Wert ging nun auch für Kasein in die Lehr- und Handbücher der Milchuntersuchung usw. über und hat sich bis heute hartnäckig gehalten.

Nach Analysen von Laqueur und Sackur[6]) hat Kasein einen Gehalt von 15,45% Stickstoff. Diese Verfasser haben lufttrockene Kaseinpräparate untersucht, die etwa 10% lose gebundenes Wasser und etwa 1,4% Asche enthielten. Asche und Wasser wurden zwar von der angewandten Substanz abgezogen, jedoch wurde nicht berücksichtigt, daß ein Teil des Phosphors in der Asche aus dem Kasein stammt.

Burow[7]) beschreibt zuerst ein asche- und fettfreies Kasein. Burows Stickstoffbestimmungen, nach Kjeldahl ausgeführt, führen zu dem Mittelwert 15,65%.

Auch Tangl[8]) hat später asche- und fettfreie Kaseine hergestellt und den Stickstoffgehalt sowohl nach Kjeldahl als nach Dumas bestimmt. Der Durchschnitt der Kjeldahlbestimmungen ergab 15,54%, die Bestimmung nach Dumas den viel höhern Wert von 15,76% N.

Droop Richmond[9]) berechnet aus einer Reihe von Analysen von allerdings beträchtlich verunreinigten Kaseinen den Stickstoffgehalt zu 15,65%.

Burr[10]) fand bei Kaseinen, die Asche und Fett nur in Spuren enthielten, einen durchschnittlichen Stickstoffgehalt von 15,6%.

Nach Bonnema[11]) ist der übliche Stickstofffaktor zur Bestimmung des Eiweiß in Milch — und somit auch für Kasein, welches etwa 80% vom Gesamteiweiß der Milch beträgt — zu niedrig. Das nach Bonnema hergestellte Eiweiß hatte nämlich einen Stickstoffgehalt von 14,3%, woraus sich der Faktor 6,99 berechnet. Das Eiweiß wurde indessen aus bei 80° pasteurisierter Milch mit Essigsäure abgeschieden, nach dem Auswaschen bei 105° getrocknet und dann mit Äther extrahiert (4 Tage). Durch diese Behandlung — wahrscheinlich schon durch das Pasteurisieren der Milch — wurde das Eiweiß offenbar verändert. Es enthielt übrigens viel zu viel Asche (1,8%), um als Grundlage zur Bestimmung einer Konstante zu dienen[12]).

---

[1]) Zeitschr. f. physiol. Chem. 7, 263 (1882).

[2]) Vergl. Hans Meyer, Analyse und Konstitutionsermittlung org. Körper 1909, S. 187.

[3]) Malys Jahresber. f. Tierchem. 17, 16 (1887).

[4]) z. B. Cohnheim, Chemie der Eiweißkörper 1904, S. 192. Abderhalden, Handbuch der Biochem. Arbeitsmethoden 1910, S. 385.

[5]) Zeitschr. f. physiol. Chem. 13, 135 (1889).

[6]) Beiträge z. chem. Physiol. u. Pathol. 3, 222 (1903).

[7]) Burow, Beiträge zur Entscheidung der Frage, ob die Kaseine verschiedener Tiere verschieden sind. Dissertation Basel 1905.

[8]) Archiv f. d. gesamte Physiol. 121, 541 (1908).

[9]) The Analyst 33, 179 (1908).

[10]) Milchw. Zentralbl. 6, 385 (1910).

[11]) Pharm. Weekbl. 45, 1254 (1908).

[12]) Die von Bonnema aufgestellten Werte sind auch schon in neuere Lehrbücher übergegangen, z. B. Lunge-Berl., Chem. techn. Untersuchungsmethoden, Bd. 3, S. 966.

Daß Vaubel[1]) durch Anwendung des Faktors 6,7 bei der Analyse von Handelspräparaten von Kasein der Wirklichkeit eher entsprechende Werte als mit dem üblichen Faktor 6,37 fand, reicht zur Begründung des Wertes 6,7 nicht hin.

In allerletzter Zeit haben Van Slyke und Bosworth[2]) versucht, reines Kasein herzustellen und zu analysieren. Der Gehalt an Stickstoff wurde höher gefunden als bisher (im Mittel zu 15,8%), der an Phosphor niedriger als bisher (0,71%). Vermutlich war das Kasein durch die mehrfache Einwirkung von konzentriertem Ammoniak und Salzsäure etwas verändert.

Aus dieser Zusammenstellung und unsern Analysen ergibt es sich, daß der Faktor 6,37 entschieden zu niedrig ist. Anderseits aber sind die von Bonnema und Vaubel vorgeschlagenen Faktoren zu hoch. Der Stickstoffgehalt der relativ reinsten, von Burow, Tangl und Burr hergestellten und analysierten Kaseine, nach Kjeldahl bestimmt, betrug 15,55—15,65 %.

Diese kleinen Abweichungen erklären sich insbesondere wohl durch die Schwierigkeit der Herstellung von reinem Kasein.

Die Stickstoffbestimmungen des von uns mit besonderer Sorgfalt aus Milch hergestellten, trockenen und nur noch minimale Spuren von Fett und Asche enthaltenden Kaseins ergaben als Mittel von 12 Analysen an drei verschiedenen Präparaten 15,51 % N mit einem mittleren Fehler von $\pm$ 0,015 %

(für die einzelnen Präparate: A 15,51 %,
B 15,525 %,
C 15,505 %).

Es kann daher der Wert **15,5 % N**, der von den besten früheren Werten nur wenig abweicht, mit großer Wahrscheinlichkeit als der richtige Stickstoffgehalt des Milch-Kaseins angenommen werden, so daß sich aus dem gefundenen Stickstoff die Menge des Kaseins durch Multiplikation mit 100/15,5 = **6,45** ergibt. Mit diesem Faktor ist weiterhin gerechnet worden.

Zur Feststellung des Säuretiters von Kasein.

Matthaiopoulos[3]) bestimmte das Säureäquivalent des Kaseins gegen Phenolphthalein durch Vergleichung der in Milch gewichtsanalytisch ermittelten Kaseinmenge mit ihrem Alkaliverbrauch vor und nach der Kaseinfällung. Dies setzt voraus, daß die indirekte Titration des Kaseins in Milch sowie das zur Ermittelung des Kaseins angewandte gewichtsanalytische Verfahren keine Fehlerquellen haben. Beides ist nicht zutreffend. Die Titration ist schon wegen der in der Milch vorhandenen Kohlensäure und wegen des bei der Titration sich bildenden unbeständigen Tricalciumphosphats nicht sicher genug, um eine Konstante daraus abzuleiten. Anderseits hat Matthaiopoulos bei der gewichtsanalytischen Bestimmung des Kaseins die beim Erhitzen des Filtrates vom Kasein noch ausfallenden Eiweißstoffe auch als Kasein gerechnet, was nicht angängig ist. Gegen die Richtigkeit der von Van Slyke und Bosworth und von Hart (vergl. S. 348) aufgestellten Werte, die durch Titration von gereinigtem

[1]) Zeitschr. f. öffentl. Chem. 15, 53 (1909).
[2]) Journ. of Biol. Chemistry 14, 203 (1913).
[3]) Vergl. S. 348).

Kasein ermittelt wurden, sprach die Beobachtung von Laqueur und Sackur[1]), wonach bei 100° getrocknetes Kasein sich in Alkali nur mehr unvollständig lösen und der gelöste Teil (das Isokasein) außerdem höhere Acidität besitzen soll; die von Hart, Van Slyke und Bosworth benutzten Kaseine wurden aber sogar über 100° erhitzt. Gegen frühere Bestimmungen[2]) des Basenbindungsvermögens des Kaseins wird ferner von Laqueur und Sackur der berechtigte Einwand erhoben, daß hierbei lufttrockene Kaseine zur Analyse verwendet wurden. Solche Kaseine enthalten bis 10 % Wasser, was bei der Berechnung des Säureäquivalentes abgezogen werden muß. Laqueur und Sackur haben dies berücksichtigt. Ihre Bestimmungen schienen jedoch aus dem Grunde nicht völlig einwandfrei, weil ihre analysierten Kaseine verhältnismäßig viel Asche (1,5 %) enthielten. Diese Asche wurde allerdings bei der Berechnung in Abzug gebracht, jedoch wurde nicht berücksichtigt, daß ein Teil der Asche aus dem Phosphor des Kaseins besteht. Auch war es von vornherein nicht sicher, ob bei der Wasserbestimmung nach Laqueur und Sackur bei 100° nur mechanisch gebundenes Wasser entweicht. Long[3]), der das Säureäquivalent des Kaseins durch direkte Titration von gereinigtem, getrocknetem Kasein bestimmt hat, macht über die Art des Trocknens keine Angaben.

Bei fast allen bisherigen Mitteilungen über das Säureäquivalent des Kaseins fehlen ausreichende Angaben über Konzentration der angewandten Lösungen und der Phenolphthaleinlösung.

Unsere Versuche wurden mit den oben näher beschriebenen, besonders reinen Kaseinpräparaten ausgeführt. Hierbei wurde angenommen, daß beim Trocknen bei Zimmertemperatur im Vakuumexsikkator über Phosphorpentoxyd eine chemische Veränderung des Kaseins nicht vor sich geht.

Zur Titration wurde 1 g oder annähernd 1 g Kasein genau abgewogen, mit 40 ccm ausgekochtem Wasser und etwas mehr als der erforderlichen Menge 0,1 n. Alkalilauge versetzt und geschüttelt oder unter Luftabschluß stehen gelassen, bis sich alles Kasein gelöst hatte. Die nur sehr schwache Opaleszenz zeigende Lösung wurde dann mit 0,1 n. Salzsäure bis zur Entfärbung des Phenolphthaleins zurücktitriert. Es wurde soviel Phenolphthalein zugesetzt, wie bei der Titration von 50 ccm Milch erforderlich ist, um einen deutlichen Farbenumschlag zu bekommen (5—6 Tropfen einprozentige Lösung). Die hiernach gefundenen Werte sind in der folgenden Tabelle 2 zusammengestellt.

---

[1]) Vergl. S. 352.

[2]) Söldner, Dissertation Erlangen 1888; Courant, Pflügers Archiv f. Physiol. 50, 109 (1891); Spiro und Pemsel, Zeitschr. f. physiol. Chem. 26, 235 (1898); Bugarsky und Liebermann, Pflügers Arch. f. Physiol. 72, 51 (1898).

[3]) Journ. Amer. Chem. Soc. 28, 372 (1906).

Tabelle 2. Bestimmung des Säuretiters von Kaseinpräparaten.

Kaseinpräparat	Tropfenzahl der Phenol-phthaleinlösung (1 : 100)	Abgewogene Menge Kasein g	Verbrauchte Menge 0,1 n. Alkali ccm	Verbrauchte Menge 0,1 n. Alkali auf 1 g Kasein berechnet ccm
Präparat A der Tabelle 1	6	1,0000	8,65	8,65
	6	1,0000	8,80	8,80
	6	1,0000	8,75	8,75
	6	1,0000	8,75	8,75
	6	0,8991	7,87	8,75
Präparat A, im Wassertrockenschrank getrocknet	6	1,0000	8,70	8,70
	6	1,0000	8,80	8,80
	6	1,0000	8,70	8,70
	6	1,0000	8,85	8,85
	6	1,0000	8,70	8,70
	15	1,0000	(8,50)	(8,50)
Präparat B der Tabelle 1	6	1,0000	8,75	8,75
	6	1,0000	8,70	8,70
	6	1,0000	8,80	8,80
	6	1,0000	8,85	8,85
	6	1,0000	8,75	8,75
	40	1,0000	(8,45)	(8,45)
	40	1,0000	(8,50)	(8,50)
Präparat C der Tabelle 1	6	0,9533	8,35	8,75
	6	1,1210	9,70	8,65
	6	1,0000	8,80	8,80
	6	0,9766	8,50	8,70
	6	1,0000	8,75	8,75
	15	1,0000	(8,55)	(8,55)
	40	1,0000	(8,50)	(8,50)
	40	1,0000	(8,40)	(8,40)

Als Mittelwert aus 20 Titrationen an 4 verschiedenen Präparaten ergibt sich für 1 g Kasein **8,75 ccm** 0,1 n Lauge mit einem mittleren Fehler $\pm$ 0,01 ccm

(für die einzelnen Präparate: A 8,75 ccm,
A erhitzt 8,75 ccm,
B 8,77 ccm,
C 8,73 ccm).

Daraus berechnet sich das Äquivalentgewicht des Kaseins als Säure zu **1143.**

(In einigen Versuchen, bei denen absichtlich bedeutend mehr Phenolphthalein verwendet wurde, trat der Farbumschlag beim Zurücktitrieren später ein.)

Nach Laqueur und Sackur sollte bei 100° getrocknetes Kasein weniger Alkali verbrauchen als unverändertes Kasein. Wir konnten dies nicht bestätigen (vergl. in Tab. 2 die Werte für A und A erhitzt). Bei zahlreichen Versuchen haben wir zwar beobachtet, daß das auf 100° erhitzte Kasein sich schwerer und langsamer in 0,1 n.

Alkali löst als das bei gewöhnlicher Temperatur im Vakuum über Phosphorpentoxyd getrocknete. Aber bei längerem Stehen wurde selbst ein 30 Stunden lang im Wasserbadtrockenschrank erhitztes Präparat vollkommen in Lösung gebracht. Die Acidität hatte sich selbst in diesem Falle nicht geändert.

Einfluß von Kohlendioxydverlusten auf die indirekte Titration des Kaseins.

Nach älteren Untersuchungen[1]) enthält die Milch keine oder fast keine Carbonate, dagegen etwa bis zu 5 mg freie Kohlensäure in 100 ccm.

Nach neueren Untersuchungen[2]) soll bei 40° durch einen Luftstrom aus Milch ein Teil der Kohlensäure entfernt werden, der Rest erst nach dem Ansäuern der Milch entweichen. 100 ccm Milch sollen hiernach bis zu 20 mg Gesamtkohlendioxyd abgeben.

Da nun bei allen bisherigen indirekten Titrationsverfahren des Kaseins das zu titrierende saure Serum filtriert wird, so ist zu befürchten, daß das in Freiheit gesetzte Kohlendioxyd während des Filtrierens mindestens zum Teil entweicht. Hierdurch würde sich gegebenenfalls zwischen der ersten und zweiten Titration eine kleine Differenz im Verbrauch von Alkali ergeben. Da die Äquivalente von CO_2 und Kasein sich wie 44 : 1143 verhalten, würde z. B. ein Verlust von 10 mg CO_2 aus 100 ccm Milch bereits etwa 0,26 g Kasein entsprechen.

Zur Prüfung, inwieweit in der Tat mit dieser Fehlerquelle zu rechnen ist, haben wir einerseits die Gesamtkohlensäure eines bestimmten Volumens mit Essigsäure versetzter Milch, anderseits eines gleichen Volumens des daraus durch Filtration erhaltenen Serums bestimmt.

Das Kohlendioxyd wurde durch einen kohlendioxydfreien Luftstrom ausgetrieben, in Barytwasser absorbiert und titriert. Die Differenzen zwischen dem Kohlensäuregehalt vor und nach der Filtration waren nun wider Erwarten so gering (0,1 bis 0,2 ccm 0,1 n. NaOH auf 25 ccm Milch und Serum), daß sie für praktische Bestimmungen nicht in Betracht kommen; die höchste Differenz von 0,2 ccm würde ein Zuviel an Kasein von 0,09 g in 100 ccm Milch vortäuschen.

Noch kleiner schienen diese Differenzen bei den nicht durch Filtration, sondern durch Zentrifugieren gewonnenen Tetraseren auszufallen. Man könnte das Kohlendioxyd sowohl aus der mit Essigsäure versetzten Milch als aus dem Serum durch Evakuieren in einer Saugflasche entfernen; wir haben uns jedoch in Anbetracht der kleinen Fehlerquelle umso weniger dazu entschließen können, das Verfahren in dieser Richtung abzuändern, als das Kasein der Milch sich hierbei allmählich abscheidet und schwer zu titrieren ist.

Titration des Kaseins unter Anwendung des Tetraserums.

Auf Grund unserer Versuche hat sich für die acidimetrische Titration des Kaseins der Milch folgendes Verfahren als zweckmäßig erwiesen:

---

[1]) Hoppe-Seyler, Arch. pathol. Anat. u. Physiol. 17, 435; Setschenow, Zeitschr. f. rat. Med. (3), 10, 285; Pflüger, Arch. f. Physiol. 2, 166, nach Stohmann, Die Milch- und Molkereiprodukte 1898, S. 88.

[2]) Barillé, Journ. Pharm. et Chim. 30, 444 (1909).

50 ccm auf etwa 15° abgekühlte Milch werden mit 5 bis 6 Tropfen einer 1 proz. Phenolphthaleinlösung versetzt und bis zur eben auftretenden Rötung mit 0,1 n. carbonatfreier Alkalilauge titriert. Weitere 50 ccm Milch werden mit etwa 5 ccm Tetrachlorkohlenstoff in einer Stöpselflasche 10 Minuten gut durchgeschüttelt, mit genau 1 ccm einer etwa 20%igen Essigsäure, deren Acidität genau bestimmt ist, versetzt, nochmals kurze Zeit geschüttelt und filtriert. 25 ccm des so erhaltenen Serums werden nach Zugabe von 2 bis 3 Tropfen einer 1%igen Phenolphthaleinlösung ebenfalls bei 14—15° bis zur eben eintretenden Rötung titriert.

Aus der ersten Titration und der vorher genau ermittelten Acidität der benutzten Essigsäure berechnet man den Alkaliverbrauch von 25 ccm Milch + 0,5 ccm Essigsäure (a ccm 0,1 n. Lauge). Hieraus, aus dem Alkaliverbrauch bei der Titration des Serums (b ccm 0,1 n. Lauge) und aus dem Fettgehalt der Milch (f g Fett in 100 ccm) berechnet sich der Kaseingehalt praktisch ausreichend genau nach folgender Formel:

$$\text{g Kasein in 100 ccm} = 0{,}457\left(a - b \cdot \frac{99{,}3 - f}{100}\right) \qquad \text{(Formel I).}$$

Da die zugesetzte Essigsäure ziemlich konzentriert ist, so ist besondere Vorsicht im Abmessen der Säure erforderlich. Zweckmäßig bedient man sich einer Pipette von sehr engem Lumen, deren Auslaufzeit und -art bei der Bestimmung des Säuretiters und bei der Serumherstellung peinlich genau eingehalten werden muß. Zur Bestimmung der Acidität wird je 1 ccm der Essigsäure mit 50 ccm ausgekochtem Wasser und 5 Tropfen Phenolphthaleinlösung versetzt und mit 0,1 n. carbonatfreier Alkalilauge bis zur eben eintretenden Rotfärbung titriert; aus 3 bis 5 Titrationen, die um nicht mehr als 0,1 ccm Alkali voneinander abweichen dürfen, wird das Mittel genommen.

Wir titrieren nicht wie Matthaiopoulos[1]) Milch + Essigsäure gemeinsam, weil sich hierbei bereits Kasein abscheidet, wodurch die Titration erheblich verlangsamt und unsicher wird. Durch eine Reihe von Versuchen hat es sich gezeigt, daß bei sorgfältiger Titration genau gleichviel Alkali verbraucht wird, ob man die Mischung Essigsäure + Milch oder beide Flüssigkeiten getrennt titriert.

Um einen hinreichend scharfen Umschlag des Phenolphthaleins zu bekommen, ist es erforderlich, bei höchstens 14—15° zu titrieren, weil bei höherer Temperatur die Hydrolyse des bei der Titration abgeschiedenen Tricalciumphosphates stört.

Zur Ableitung der Formel ist folgendes zu bemerken: Der Ausdruck $b \cdot \frac{99{,}3 - f}{100}$ entspricht sehr annähernd derjenigen Anzahl ccm 0,1 n. Alkali, die für das Serum aus 25 ccm Milch verbraucht würden. 100 ccm Milch liefern nämlich bei der Serumherstellung 100 ccm (Milch) + 2 ccm (Essigsäure) — f ccm (Fett) — 2,7 ccm (Kasein), sofern man 2,7 g als mittleren Kaseingehalt von 100 ccm Milch annimmt und ferner voraussetzt, daß Milchfett und Kasein das spez. Gewicht 1 besitzen. Das letztere ist natürlich nicht zutreffend; da indessen das spez. Gewicht des Fettes kleiner, das des Kaseins höher als 1 ist, so gleicht sich der Fehler fast aus. 25 ccm Milch würden somit

[1]) Vergl. S. 348.

$\frac{99{,}3 - f}{4}$ ccm Serum liefern. Wenn nun für 25 ccm Serum b ccm 0,1 n. Alkali verbraucht werden, so würden $\frac{99{,}3 - f}{4}$ ccm Serum $b \cdot \frac{99{,}3 - f}{4 \cdot 25} = b \cdot \frac{99{,}3 - f}{100}$ ccm Alkali verbrauchen. Der Überschuß des für 25 ccm Milch + 0,5 ccm Essigsäure verbrauchten Alkalis (a ccm) über das zur Titration des zugehörigen Serums erforderliche Alkali $\left(b \cdot \frac{99{,}3 - f}{100} \text{ ccm}\right)$ ergibt nun, mit 0,1143 multipliziert, das Kasein in 25 ccm Milch, mit $4 \cdot 0{,}1143 = 0{,}457$ multipliziert, das Kasein für 100 ccm Milch, da zur Neutralisation von 0,1143 Kasein gegen Phenolphthalein 1 ccm 0,1 n. Alkali erforderlich ist.

Für Milchproben, die abnorm viel Kasein enthalten, müßte an Stelle des Durchschnittswertes des Kaseingehaltes der Milch ein höherer Wert eingesetzt werden. Für derartige Fälle ist es jedoch zweckmäßiger, statt der annähernden eine genaue Formel zu benutzen. Eine solche läßt sich aus nachfolgender Überlegung, die wir Herrn Regierungsrat Dr. F. Auerbach verdanken, ableiten:

In 100 ccm Milch seien enthalten f g Fett und x g Kasein; s_m sei das spezifische Gewicht der Milch, s_s dasjenige des zugehörigen Tetraserums. Zu 100 ccm Milch werden e g 20%ige Essigsäure hinzugefügt. Dann liefern 100 ccm = $100 \cdot s_m$ g Milch

$\frac{100 s_m + e - f - x}{s_s}$ ccm Serum.

25 ccm Serum verbrauchen b ccm 0,1 n. Alkali, daher das 25 ccm Milch entsprechende Serum $b \cdot \frac{100 s_m + e - f - x}{25 \cdot 4\, s_s}$ ccm.

Wenn 25 ccm Milch + $\frac{e}{4}$ g Essigsäure a ccm 0,1 n. Alkali verbrauchen, so entspricht die Differenz $a - b \cdot \frac{100 s_m + e - f - x}{100\, s_s}$ dem ausgefällten Kasein. Durch Multiplikation der Differenz mit 0,1143 ergeben sich daher die g Kasein in 25 ccm Milch, durch Multiplikation mit 0,457 die g Kasein in 100 ccm Milch:

$$x = 0{,}457 \left(a - b \cdot \frac{100 s_m + e - f - x}{100\, s_s}\right).$$

Durch eine kleine Umformung und Auflösung der Gleichung nach x ergibt sich

$$x = \frac{100\,(a s_s - b s_m) + b\,(f - e)}{8{,}75 \cdot 25 \cdot s_s - b} \qquad \text{(Formel II).}$$

8,75 im Nenner der Formel ist gleich der Anzahl ccm 0,1 n. Lauge, die 1 g Kasein neutralisieren; 25 ist die Zahl der angewandten ccm Milch und Serum und ist daher bei einer etwaigen Abänderung der Mengenverhältnisse entsprechend zu ändern. Für e läßt sich die Zahl $2 \cdot 1{,}0284 = 2{,}057$ einsetzen, da 20%ige Essig-

säure die Dichte 1,0284 hat. Das spezifische Gewicht des Serums s_s läßt sich aus der Refraktion (R Refraktometergrade) nach den Formeln

$$s_s = 1 + \frac{R - 15 + 0,4}{1000} \text{ (für rohe Milch) und}$$

$$s_s = 1 + \frac{R - 15 + 1,7}{1000} \text{ (für erhitzte Milch)}$$

berechnen.

Beispiel: 25 ccm Milch verbrauchen 4,7 ccm 0,1 n. Alkali zur Neutralisation; 0,5 ccm der 20%igen Essigsäure erforderte a) 17,30, b) 17,30, c) 17,35, d) 17,30, e) 17,25, durchschnittlich daher 17,3 ccm 0,1 n. Alkali; a = 4,7 + 17,3 = 22,0 ccm. 25 ccm Serum verbrauchen b = 16,25 ccm Lauge.

Spez. Gew. der Milch $s_m = 1,0325$.
„ „ des Serums $s_s = 1,0289$.
Fettgehalt f = 2,7 g in 100 ccm Milch.

Diese Werte in Formel II eingesetzt, ergeben

$$x = \frac{100\ (22 \cdot 1,0289 - 16.25 \cdot 1,0325) + 16,25\ (2,7 - 2,057)}{8,75 \cdot 25 \cdot 1,0289 - 16,25}$$

$$x = 2,86 \text{ g in } 100 \text{ ccm.}$$

Nach der Annäherungsformel I wäre

$$x = 0,457 \left(22 - 16,25\ \frac{99,3 - 2,7}{100}\right) = 2,88 \text{ g in } 100 \text{ ccm.}$$

Beleganalysen.

Es wurden 30 Proben Milch, teils Stallproben, teils Handelsmilch, teils gewässerte, teils erhitzte Milch, auf ihren Kaseingehalt untersucht. Zur Anwendung der Formel I war es erforderlich, den Fettgehalt nach Gerber, für Formel II auch die Refraktion des Tetraserums und das spezifische Gewicht der Milch zu bestimmen. Als Vergleichsverfahren für die Kaseinbestimmung diente, wie bereits erwähnt, dasjenige von Schloßmann mit der Abänderung, daß an Stelle des bisher üblichen Stickstofffaktors 6,37 der richtigere Wert 6,45 eingesetzt wurde.

Die nach beiden Verfahren erhaltenen Werte für den Kaseingehalt der Milchproben sind in Tabelle 3 (S. 360) zusammengestellt.

Hieraus ergibt sich, daß in roher Milch die acidimetrisch ermittelten Werte sehr wenig von denen abweichen, die nach dem Verfahren von Schloßmann erhalten wurden. Wenn bei der acidimetrischen Bestimmung mitunter ein wenig höhere Werte gefunden worden sind, so kann dies durch kleine Fehler infolge des Entweichens von Kohlendioxyd verursacht sein.

Wie nicht anders zu erwarten war, stimmen die aus den Titrationen nach Formel I und II berechneten Werte fast genau miteinander überein, so daß im allgemeinen die einfachere Berechnung nach Formel I genügt.

In erhitzter Milch würden nach dem Verfahren von Schloßmann zu hohe Werte (durchschnittlich um etwa 0,5%) gefunden, weil beim Erhitzen der Milch das Albumin und Globulin gerinnt und in die Kaseinfällung hereingeht. Dagegen ergibt sich aus Tabelle 3 die für die Praxis wichtige Feststellung, daß die acidimetrisch ermittelten Mengen Kasein in roher und erhitzter Milch miteinander übereinstimmen.

Tabelle 3. Beleganalysen.

Milch Nr.	Spezifisches Gewicht der Milch	Lichtbrechung des Tetraserums (Skalenteile des Eintauchrefraktometers)	Spezifisches Gewicht des Tetraserums, aus der Lichtbrechung berechnet	Fettgehalt der Milch	Verbrauch von 0,1 n. Alkali		Kaseingehalt in 100 ccm Milch		
					a) für 25 ccm Milch + ½ ccm 20 %iger Essigsäure	b) für 25 ccm Tetraserum	nach dem Verfahren von Schloßmann	nach der acidimetr. Methode berechnet nach Formel I	nach Formel II
				%	ccm	ccm	g	g	g
1	1,0325	43,5	1,0289	2,7	22,0	16,25	2,71	2,88	2,86
2	1,0326	—	—	2,6	22,0	16,25	2,77	2,88	—
3	1,0328	—	—	2,7	21,95	16,15	2,85	2,88	—
4	1,0332	—	—	2,6	21,9	16,65	2,67	2,65	—
5	1,0324	43,2	1,0286	3,4	21,9	16,35	2,73	2,83	2,81
6	1,0320	43,9	1,0293	3,1	22,0	16,75	2,76	2,68	2,65
7	1,0322	43,0	1,0284	2,1	22,1	16,7	2,71	2,70	2,65
8	1,0328	43,0	1,0284	2,2	21,8	16,6	2,50	2,56	2,57
9	1,0320	42,6	1,0280	3,2	21,8	16,75	2,52	2,60	2,57
10 a[1])	1,0322	43,1	1,0285	2,9	22,3	16,55	2,71	2,92	2,96
b[2])		41,0	1,0277		22,25	16,45		2,92	2,95
11	1,0322	43,1	1,0285	2,8	22,1	16,5	2,59	2,79	2,83
12	1,0321	44,2	1,0296	2,9	22,0	17,0	2,64	2,56	2,52
13	1,0318	42,5	1,0279	3,4	21,75	16,35	2,63	2,64	2,69
14 a[1])	1,0325	43,7	1,0291	2,9	21,42	15,9	2,69	2,79	2,77
b[2])		41,5	1,0282		21,35	15,85		2,77	2,76
15 a[1])	1,0328	43,0	1,0284	3,2	21,3	15,9	2,51	2,74	2,72
b[2])		40,0	1,0267		21,2	15,75		2,76	2,74
16 a[1])	1,0316	42,2	1,0276	3,4	21,3	16,0	2,54	2,72	2,69
b[2])		40,0	1,0267		21,2	15,9		2,72	2,68
17 a[1])	1,0332	44,1	1,0295	3,7	21,4	15,85	2,55	2,84	2,83
b[2])		41,0	1,0277		21,3	15,62		2,90	2,87
18 a[1])	1,0326	42,1	1,0275	2,5	21,0	16,0	2,41	2,51	2,45
b[2])		40,0	1,0267		20,9	15,9		2,51	2,44
19 a[1])	1,0322	41,6	1,0270	2,9	21,35	16,2	2,48	2,62	2,57
b[2])		39,9	1,0266		21,30	16,12		2,61	2,56
20 a[1])	1,0338	43,45	1,0288	3,2	21,35	16,0	2,52	2,71	2,68
b[2])		41,5	1,0282		21,30	15,95		2,72	2,70
21	1,0334	43,5	1,0289	2,7	21,43	16,07	2,48	2,49	2,45
22[3])	1,0230	33,5	1,0189	2,1	19,85	16,0	1,75	1,91	1,89
23	1,0342	43,8	1,0292	3,2	22,25	17,5	2,51	2,49	2,49
24	1,0320	42,1	1,0275	2,9	21,25	15,95	2,59	2,57	2,59
25	1,0342	44,0	1,0294	8,3	22,15	17,55	2,48	2,42	2,39
26	1,0350	44,6	1,0300	4,0	21,95	14,85	3,46	3,62	3,61
27	1,0343	43,8	1,0292	3,5	21,95	16,2	2,85	2,92	2,94
28[4])	1,0362	46,1	1,0315	3,7	22,35	16,0	3,22	3,24	3,23
29	1,0332	42,8	1,0282	2,7	21,35	15,8	2,79	2,74	2,74
30[4])	1,0362	46,4	1,0318	4,1	22,35	15,8	3,29	3,35	3,34

[1]) Nicht erhitzte Milch. — [2]) Erhitzte Milch. — [3]) Stark gewässerte Milch. — [4]) Milch einer Kuh am Schluß der Laktationsperiode.

Nach diesen Ergebnissen erscheint unser Verfahren zur Kaseinbestimmung bei rascher und einfacher Ausführung hinreichend genau nicht nur für die Kontrolle des Käsereibetriebes, sondern auch für den Nachweis von Verfälschungen der Milch mit Molke oder von abnormer Milch. Wir zweifeln auch nicht daran, daß gegebenenfalls das Verfahren neben anderen für den Nachweis von Wässerung der Milch gute Dienste leisten wird.

Zusammenfassung.

1. Es wurde möglichst reines Kasein aus Milch hergestellt und dessen Stickstoffgehalt und Säureäquivalent bestimmt. Der mittlere Stickstoffgehalt ergibt sich zu 15,5 % N, woraus sich der Stickstofffaktor $100:15{,}5 = 6{,}45$ berechnet.

1 g Kasein verbrauchte zur Neutralisation gegen Phenolphthalein im Mittel 8,75 ccm 0,1 n. Alkali, woraus sich das Säureäquivalent zu $10000:8{,}75 = 1143$ berechnet.

2. Es wurde eine Vorschrift ausgearbeitet, um durch acidimetrische Titration der Milch und des Tetraserums das Kasein zu bestimmen. Die nach diesem rasch ausführbaren und einfachen Verfahren erhaltenen Werte für den Kaseingehalt der rohen Milch weichen von den nach Schloßmann erhaltenen nur unerheblich ab.

Bei erhitzter Milch liefert das Verfahren im Gegensatz zu dem Verfahren von Schloßmann und Hoppe-Seyler ebenfalls richtige Werte.

Die Mängel früherer acidimetrischer Verfahren sind bei dem neuen Verfahren vermieden; ein besonderer Vorteil liegt darin, daß das benutzte Tetraserum auch zu vielen anderen Zwecken verwendbar ist.

Vorliegende Arbeit wurde im chemischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes ausgeführt. Herrn Direktor Dr. Kerp sowie Herrn Regierungsrat Dr. Auerbach sprechen wir für das Interesse, das sie der Arbeit entgegenbrachten, unsern besten Dank aus.

Berlin, Chem. Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes, Juni 1913.

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Serbien.

Nach Berichten des Kaiserlich Deutschen Konsulats für Serbien in Belgrad und nach anderen Quellen

bearbeitet durch

H. Thieringer,

Königl. Württemb. Stabsveterinär,
früher kommandiert zum Kaiserl. Gesundheitsamte.

Inhalt: I. Veterinärbehörde und tierärztliches Personal. A. Organisation der Veterinärbehörde. B. Zahl und Bildungsgang der Tierärzte. — II. Viehbestand Serbiens. A. Verhältnis des Viehbestandes zur Bevölkerung und zur Bodenfläche des Landes. B. Viehhaltung. C. Viehverwertung. D. Viehversicherung. E. Hauptsächliche Tierrassen. — III. Viehverkehr. A. Viehhandel. B. Viehbeförderung im allgemeinen sowie auf Eisenbahnen und Schiffen. C. Viehmarktwesen, Beaufsichtigung der Viehmärkte, der Händler- und Gastställe. — IV. Bekämpfung der Viehseuchen. A. Abwehrmaßregeln gegen die Einschleppung von Viehseuchen aus dem Auslande. B. Bekämpfung der Viehseuchen im Inlande. a) Allgemeines. 1. Anzeigepflichtige Seuchen. Obliegenheiten der ausführenden Behörden, 2. Anzeigepflicht, Sperrmaßnahmen, Impfung, Tötung und unschädliche Beseitigung, 3. Weitere Maßnahmen, 4. Aufhebung der Maßregeln; b) Besondere Maßregeln zur Bekämpfung der einzelnen Seuchen; 1. Maul- und Klauenseuche, 2. Milzbrand, 3. Lungenseuche, 4. Rotz, 5. Pockenseuche, 6. Beschälseuche und Bläschenausschlag, 7. Räude, 8. Tollwut, 9. Ansteckende Krankheiten der Schweine; c) Bestreitung der Kosten. Strafbestimmungen. Berufungen; d) Maßregeln zur Verhütung der Weiterverbreitung und zur Tilgung der Rinderpest im Inlande; e) Maßregeln zur Unterdrückung und Tilgung der Geflügelcholera im Inlande. C. Impfstoffe. D. Staatliche Entschädigung bei Verlusten durch Viehseuchen. Ersatz für polizeilich getötete Tiere. E. Zustandekommen der Viehseuchenstatistik. F. Verhütung der Seuchenverschleppung nach dem Auslande. G. Abdeckereiwesen. H. Verwertung tierischer Abfälle. — V. Schlachtvieh- und Fleischbeschau. A. Öffentliche und private Schlachthäuser. B. Besondere Vorschriften für Schlachtviehmärkte und öffentliche Schlachthäuser. C. Ausübung der Schlachtvieh- und Fleischbeschau. D. Trichinenschau. E. Verfahren mit beanstandetem Fleische. F. Vieh- und Fleischpreise. G. Verbote und Beschränkungen der Ein- und Durchfuhr von Fleisch, Fett und Erzeugnissen aus Fleisch und Fett. H. Staatliche Schlachtviehversicherung.

I. Veterinärbehörde und tierärztliches Personal.

A. Organisation der Veterinärbehörde.

Die Organisation der Veterinärbehörde in Serbien beruht auf dem „Gesetz über die Organisation des Sanitätswesens und über die öffentliche Gesundheitspflege“ vom 30. März 1881 a. St. [1]).

---

[1]) Vergl. „Die Sanitätsgesetze Serbiens“. Belgrad 1881. Amtliche Ausgabe mit deutscher Übersetzung.

Die Oberaufsicht über das gesamte Veterinärwesen und die Anordnung aller Maßnahmen, welche die Wahrung der Gesundheit der Haustiere und die regelrechte Behandlung der erkrankten Tiere betreffen, gehören zum Dienstbereiche des Ministeriums für Volkswirtschaft. In diesem Ministerium hat die Abteilung für Landwirtschaft und Veterinärwesen die einschlägigen Geschäfte zu bearbeiten. Sie hat darauf bedacht zu sein, daß dem Staate das erforderliche tierärztliche Personal zur Verfügung steht, sie hat unter Mitwirkung des Obersten Sanitätsrats die wissenschaftliche und fachliche Befähigung der Tierärzte zu prüfen, ihnen die Ermächtigung zur Ausübung der Privatpraxis zu erteilen und die Auswahl geeigneter Tierärzte für den Staatsdienst zu treffen. Ferner hat die genannte Abteilung die fremden Hochschulen, auf die Staatszöglinge gesandt werden sollen, auszuwählen, die Studien und die rechtzeitige Ablegung der vorgeschriebenen Prüfungen der Zöglinge zu überwachen und die Verwendung der Tierärzte im Dienste nach dem jeweiligen Bedarfe zu regeln. Endlich obliegt der Abteilung, die Ursachen der häufigsten Tierkrankheiten und ihre Verbreitung zu studieren, auf die Verhütung von Krankheiten durch den Erlaß zweckmäßiger Verordnungen und durch Abstellung der Krankheitsursachen bedacht zu sein und in Fällen, in denen die Entstehung von Krankheiten nicht verhütet werden kann, tatkräftige Maßregeln zu ihrer Tilgung zu ergreifen.

Der Leiter des Veterinärwesens muß ein approbierter Tierarzt sein und soll womöglich den medizinischen Doktorgrad besitzen. Seine Aufgabe ist es, die Fortschritte auf dem Gebiete der Veterinärmedizin zu verfolgen, die Dienstvorschriften für die beamteten Tierärzte und die Gesetzesvorlagen über die Abwehr und Unterdrückung der Viehseuchen auszuarbeiten, die veterinärpolizeiliche Überwachung der Viehmärkte, des Viehtransportwesens, der Schlachthäuser, Abdeckereien und Wasenmeistereien usw. vorzuschreiben. Seine weitere Aufgabe ist, die regelmäßigen Berichte über den Gesundheitszustand des gesamten Landesviehbestandes und die außerordentlichen Berichte während der Dauer einer Viehseuche mit dem Generalbericht nach deren Erlöschen zu verfassen. Ferner hat er eine Statistik der ansteckenden Tierkrankheiten zu bearbeiten, die besonderen Ursachen dieser Krankheiten im Lande zu studieren und die zweckmäßigsten Maßregeln zu ihrer Ausrottung vorzuschlagen. Außerdem hat er nach Kräften gegen bestehende Vorurteile über die Viehseuchen anzukämpfen und zu diesem Zwecke durch volkstümlich gehaltene Schriften über die Gesundheitspflege beim Vieh aufklärend zu wirken. In allen veterinär-gerichtlichen Fällen und Streitigkeiten steht ihm das Obergutachten zu, und er hat die Behörden, soweit sie veterinärtechnischer Aufklärung bedürfen, zu beraten. Beim Ausbruch einer Tierseuche im Lande hat sich der Leiter des Veterinärwesens auf Anordnung seiner vorgesetzten Behörde an Ort und Stelle zu begeben, um die Ausführung der gesetzlichen Bestimmungen zu überwachen und die Bekämpfungsmaßregeln zu leiten. Dabei hat er das Recht, nicht nur die beamteten Tierärzte benachbarter Kreise zur Dienstleistung in dem verseuchten Kreise heranzuziehen, sondern auch durch Vermittlung der zuständigen Behörden Militär in Anspruch zu nehmen, um im Notfalle eine Postenkette um den Seuchenherd bilden zu können. Im übrigen ist der Leiter des Veterinärwesens auch zu der Zeit, in der keine Viehseuchen herrschen, verpflichtet,

je nach Bedarf und auf Anordnung des Ministeriums für Volkswirtschaft Besichtigungsreisen zu unternehmen, um die Amtstätigkeit der in den einzelnen Kreisen bestellten beamteten Tierärzte zu überwachen.

Dem Ministerium für Volkswirtschaft ist der Oberste Sanitätsrat beigegeben, dessen Aufgabe es ist, auf Erfordern des Ministeriums über alle wichtigeren Fragen der gesamten Staatsarzneikunde und öffentlichen Gesundheitspflege und sämtliche durch das „Gesetz über die Organisation des Sanitätswesens und über die öffentliche Gesundheitspflege“ vorgesehenen Fälle Gutachten abzugeben und auch selbständig über diese Gegenstände dem Ministerium Vorschläge zu unterbreiten. Er hat ferner u. a. die Befugnis, die Vorbildung für die Staatszöglinge zum Studium der Veterinärwissenschaften vorzuschreiben.

Der Oberste Sanitätsrat besteht aus 7 ordentlichen Mitgliedern, die sämtlich Ärzte sein müssen. Nach Bedarf kann außer einem Chemiker oder Apotheker, einem Ingenieur und Juristen auch ein Tierarzt zum außerordentlichen Mitglied ernannt werden. Die außerordentlichen Mitglieder sind bei Beratungen und Beschlußfassungen des Obersten Sanitätsrats in derselben Weise stimmberechtigt, wie die ordentlichen Mitglieder. Die ordentlichen, außerordentlichen und stellvertretenden Mitglieder des Obersten Sanitätsrats werden durch die serbische Gesellschaft der Ärzte in Belgrad in Vorschlag gebracht und durch Königliches Dekret auf die Dauer von 3 Jahren ernannt. Beamte der Sanitätsabteilung des Ministeriums können nicht zu Mitgliedern des Obersten Sanitätsrats ernannt werden.

In jedem Kreise und in der Stadt Belgrad ist ein Tierarzt als Beamter des Kreisamts oder des Stadtpolizeiamts angestellt. Er untersteht unmittelbar dem Kreisarzt oder dem Stadtphysikus als dem Sanitätsreferenten des betreffenden Amtes oder der Stadt, mittelbar dem Ministerium für Volkswirtschaft. Die Kreistierärzte sind verpflichtet, durch Erteilung von Ratschlägen und entsprechende Maßregeln zur Verhütung von Krankheiten, besonders der ansteckenden, der Haustiere beizutragen, erkrankte Tiere zu behandeln, die Schlachtvieh- und Fleischbeschau vorzunehmen und bei der Tilgung der Viehseuchen mitzuwirken. Ferner haben sie auf die Verbesserung der Haustierrassen hinzuwirken, regelmäßige Untersuchungen aller größeren Schaf-, Schweine- und Rinderherden auszuführen, die Hundehaltung zu überwachen, sowie die Aufsicht über die Viehmärkte auszuüben. In bestimmten Zeiträumen haben die Kreistierärzte tabellarische Übersichten über die Zahl der in ihren Kreisen vorhandenen Haustiere und die unter ihnen beobachteten Krankheiten einzureichen. Außerdem gehört es zu ihren Obliegenheiten, an Sonn- und Feiertagen Unterricht für Beschlagschmiede zu erteilen. Die Kreistierärzte sind ferner verpflichtet, bei Truppenteilen, die über einen eigenen Veterinär nicht verfügen, die Behandlung der erkrankten Tiere zu übernehmen, auf dem Marsche zurückgelassene Tiere der Militärverwaltung, sowie Nutztiere, die im Interesse ganzer Gemeinden verwendet werden (Zuchttiere), Postpferde und Tiere armer Leute an Ort und Stelle unentgeltlich zu behandeln. Schließlich haben sie dem Ersuchen von Privatpersonen um Behandlung ihrer Tiere zu entsprechen, soweit ihre amtliche Tätigkeit dies zuläßt. Wenn im Kreise eine öffentliche Apotheke nicht vorhanden ist, so müssen die Kreistierärzte die nötigen

Arzneimittel vorrätig halten und nach bestimmter Taxe verkaufen. Bei Behandlung von Tieren armer Leute hat die Gemeinde die Arzneimittel zu bezahlen.

B. Zahl und Bildungsgang der Tierärzte.

Die Zahl der geprüften Tierärzte, über die Serbien gegen Ende des Jahres 1908 verfügte, betrug 63, nämlich 45 Zivil- und 18 Militärtierärzte. Eine eigene tierärztliche Bildungsanstalt besitzt Serbien nicht. Die meisten serbischen Tierärzte haben in Deutschland, einige in Frankreich, Österreich-Ungarn, Belgien studiert; ein Tierarzt hat seine Studien in Rußland erledigt.

Tierärzte in freier Berufsausübung gibt es in Serbien nur wenige, und zwar sind dies ausschließlich entlassene staatliche Tierärzte. Die im Zivildienst angestellten Tierärzte sind entweder Kreis- oder Bezirkstierärzte. Eine besondere Prüfung zur Anstellung als staatlicher Tierarzt ist nicht vorgeschrieben; es genügt für die Bewerbung die Vorlage eines ausländischen Approbationsscheins. Die Militärtierärzte haben Leutnants- bis Majorsrang; letzterer ist den Militär-Obertierärzten vorbehalten, für die die Ablegung einer besonderen Prüfung (der Majorsprüfung) vorgeschrieben ist.

Um Landeskinder für den Veterinärdienst heranzubilden, werden alljährlich nach Bedarf Staatszöglinge zum Studium der Veterinärwissenschaften an ausländische Bildungsanstalten geschickt und auf Kosten des Nationalsanitätsfonds ausgebildet. Als Vorbildung wird die Reife eines Gymnasiums oder einer Realschule gefordert. Ein Vorrecht haben solche Bewerber, die an der philosophischen Fakultät der Landeshochschule (Universität) in Belgrad den Studiengang für Naturkunde und Mathematik durchgemacht haben. Jeder Staatszögling ist verpflichtet, nach Absolvierung seiner Studien so viele Jahre an einem ihm bezeichneten Orte zu dienen, als er im Ausland auf Staatskosten zugebracht hat.

II. Der Viehbestand Serbiens.

A. Verhältnis des Viehbestandes zur Bevölkerung und zur Bodenfläche des Landes[1]).

Serbien besitzt einen Gesamtflächeninhalt von 48 302,8 qkm und nach der Zählung vom Jahre 1905 2 717 221 Einwohner. Der Viehbestand betrug zur selben Zeit an

Pferden	172 278	Stück
Rindern	943 967	„
Büffeln	7 710	„
Eseln	1 271	„
Mauleseln	130	„
Schweinen	875 517	„
Schafen	3 066 444	„
Ziegen	495 955	„
Insgesamt	5 563 272	Stück
außerdem an Geflügel	4 855 941	Stück.

[1]) Die Verhältnisse haben sich nach Abschluß der Arbeit infolge des Balkankrieges 1912/13 geändert.

Es kommen demnach auf:

1 qkm: 3,56 Pferde; 19,54 Rinder; 0,16 Büffel; 0,03 Esel; 0,003 Maulesel; 18,12 Schweine; 63,48 Schafe; 10,27 Ziegen und 100,53 Stück Geflügel.

100 Einwohner: 6,34 Pferde; 34,74 Rinder; 0,28 Büffel; 0,05 Esel; 0,005 Maulesel; 33,22 Schweine; 112,85 Schafe; 18,25 Ziegen und 178,61 Stück Geflügel.

B. Viehhaltung.

Die Viehhaltung ist im allgemeinen noch urwüchsig und unausgebildet. Das Rindvieh wird den größeren Teil des Jahres auf der Weide gelassen und auch dort gemästet; nur die Schweine werden regelmäßig mit 1 oder $1^1/_2$ Jahren von der Weide genommen und zur Mästung in Stallungen (Salaschen) eingestellt.

C. Viehverwertung.

Die Rinder werden ausschließlich zur Fleischgewinnung gezüchtet, soweit sie nicht als Zugvieh im Lande gebraucht werden. Milchgewinnung findet in größerem Umfang nur bei der Schafzucht zur Käsebereitung statt.

D. Viehversicherung.

Serbien besitzt seit dem Jahre 1906 eine durch Viehversicherungsgesetz vom 10.—23. November 1905 geregelte staatliche Viehversicherung, die sich auf Hornvieh und Pferde erstreckt. Für das erste Viehversicherungsjahr hat der Staat zur Bestreitung der Entschädigung die Summe von 325000 Dinar aus dem Überschwemmungsfonds zur Verfügung gestellt. Für das zweite Jahr war der im ersten Jahre zur Auszahlung gelangte Geldbetrag von den Viehbesitzern durch Beiträge zu erheben. Auch die weitere Ergänzung des Fonds erfolgt durch Beiträge der Viehbesitzer. Aus dem Versicherungsfonds, der bei der Abteilung für Landwirtschaft und Veterinärwesen des Ministeriums für Volkswirtschaft besteht, werden Tiere der genannten Arten, die infolge einer Krankheit oder eines plötzlichen Unglücksfalls eingegangen sind, oder die notgeschlachtet oder getötet werden mußten, zu 70% des durch eine Schätzungskommission ermittelten Wertes entschädigt.

Schadenersatz wird nicht geleistet, wenn der Besitzer die Krankheit seines Viehes nicht innerhalb 24 Stunden nach Beginn der Erkrankung beim Gemeindegericht anzeigt, vorausgesetzt, daß die Krankheit länger als 24 Stunden dauerte, oder daß das Tier nicht notgeschlachtet worden ist; wenn die Tiere infolge von Fahrlässigkeit, Mißhandlung oder schlechter Ernährung eingegangen sind, was von einem Tierarzt auf Verlangen des Gemeindegerichts oder der Schätzer festzustellen ist; wenn die Tiere an ansteckenden Krankheiten eingegangen oder wegen solcher getötet worden sind, und zwar in solchen Fällen, in denen der Staat nach dem Viehseuchengesetz Entschädigung leistet; ferner wenn Tiere an Rinderpest eingegangen oder wegen dieser Seuche getötet worden sind, und wenn der Besitzer gegen die Vorschriften des Gesetzes, betreffend den Viehseuchenschutz, verstoßen hat; wenn der Viehbesitzer bei Geltendmachung seines Viehversicherungsanspruchs auf Täuschung ausgeht. Desgleichen wird kein Schadenersatz gewährt für Vieh, das dem Heere, dem Staate, Offizieren oder

Fleischern gehört, sowie für Kälber unter 6 und für Fohlen unter 8 Monaten. Für Tiere dieses Alters sind auch keine Beiträge zu dem Versicherungsfonds zu entrichten.

Der geschädigte Viehbesitzer hat binnen 24 Stunden nach der Entstehung des Schadens seinem Gemeindegericht mündlich oder schriftlich Anzeige zu erstatten. Tritt der Schaden in einer anderen Gemeinde ein, so ist letztere von dem Schadensfall in Kenntnis zu setzen. Das Gemeindegericht hat sofort nach erfolgter Anzeige die Mitglieder der Abschätzungskommission zwecks Feststellung des Schadens einzuberufen. Die Abschätzungskommission wird gebildet: in Belgrad von dem Tierarzt der Präfektur, einem Beamten des Ministeriums für Volkswirtschaft und einem Stadtverordneten; in den übrigen Städten von dem Kreistierarzt, dem Kreis- oder nächsten Bezirksökonomen (landwirtschaftlichem Sachverständigen) und einem Stadtverordneten; in kleineren Städten sowie in Dorfgemeinden von 3 Personen oder deren Stellvertretern, die vom Gemeindegericht und von der Gemeindevertretung hierfür auf ein Jahr gewählt werden. Die Schätzer sind, falls sie nicht Staatsbeamte sind, von einem Geistlichen im Gemeindegericht zu vereidigen.

Ein Schaden muß spätestens binnen 3 Tagen nach erfolgter Anmeldung abgeschätzt werden. Bei der Abschätzung ist der Wert der verwendbaren Teile des getöteten oder gefallenen Tieres in Abzug zu bringen. Diese Teile sind dem Eigentümer zu überlassen.

Die Abschätzungskommission hat über den Befund ein Protokoll aufzunehmen, das dem Ministerium für Volkswirtschaft einzureichen ist. Das Ministerium hat sofort nach Empfang der Schadenabschätzung die Ausbezahlung der Entschädigungssumme an den Viehbesitzer durch die Post zu veranlassen.

Zwecks Ergänzung des Fonds, aus dem die Entschädigungsbeträge und die durch das Entschädigungsverfahren erwachsenden Kosten bestritten werden, hat jedes Gemeindegericht in Verbindung mit der Gemeindevertretung in der Zeit vom 1. bis 10. Dezember jeden Jahres eine Zählung und Abschätzung des Bestandes an Hornvieh und Pferden in der Gemeinde zu veranlassen und bis zum 15. Dezember einzureichen. Auf Grund der Viehbestandslisten und der Schätzungswerte hat die Steuerbehörde die vom Ministerium für Volkswirtschaft nach den im letzten Jahre geleisteten Zahlungen auf Werteinheiten berechneten Beträge innerhalb 15 Tagen einzuziehen.

Private Versicherungen bestehen in Serbien nicht.

E. Hauptsächliche Tierrassen.

Pferde.

Die in Serbien heimische Pferderasse ist orientalischen (türkischen) Ursprungs. In den Gebirgsgegenden sind die Tiere klein (125 bis 150 cm hoch), während sie in den anderen Gegenden infolge des Einflusses der staatlichen Gestüte, von denen aus jährlich vom März bis Juli Hengste zum Beschälen der Bauernpferde abgegeben werden, stärker und größer sind. Diese sogenannten „Landbeschäler“ gehören vorwiegend der arabischen und englischen, weniger der anglo-normannischen Rasse an. Die Hengste letzterer Rasse werden in die ebenen Landstriche geschickt, wo die Wiesen- und sonstigen Futterverhältnisse günstiger sind. Die bisher mit diesen Land-

beschälern erzielten Erfolge sind günstig, wenngleich sie wegen der ungenügenden Anzahl der staatlichen Deckhengste und der verschiedenen Beschaffenheit des Pferdematerials im Lande noch gering sind.

Das staatliche Gestüt, dessen Leitung sich in Dobritschewo befindet, hat die Aufgabe, Hengste als „Landbeschäler" zu züchten und zwar zwei Typen: einen leichteren (anglo-arabischen) und einen schwereren (anglo-normannischen). Das Gestüt soll 200 Stuten haben, doch ist diese Zahl noch nicht vollständig erreicht. Eine Abteilung dieses Gestütes befindet sich in Ljubitschewo, wo die Vollbluthengste und Vollblutstuten, sowie ihre Nachkommen untergebracht sind. Letztere werden den Sommer über nach Bela-Reka, einer hochgelegenen kalkreichen Weidefläche, die Staatseigentum ist, gebracht. Diese Hochfläche liegt an der Grenze der Bezirke Mlawa, Ressawa und Homolje. Den Winter über werden die staatlichen Hengste an drei Plätzen untergebracht, und zwar in Dobritschewo, Ljubitschewo und in Schabatz. Man ist gegenwärtig mit der Errichtung eines vierten Stalles in Kragujewatz beschäftigt. Es wird erstrebt, die Zahl der Deckhengste möglichst schnell zu vergrößern, und man kauft zu diesem Zwecke sowohl im Inland, als im Ausland geeignete Hengste auf.

Rinder.

Das einheimische serbische Rind gehört der podolischen Rasse an, die sich am besten in den Landstrichen „Kolubara" und „Possawina" erhalten hat. In den Gebirgsgegenden hat sich das serbische Rind den örtlichen Verhältnissen angepaßt und ist vorwiegend kleineren Wuchses, dabei aber starkknochig und mit tiefem Brustkorb ausgestattet. Es ist sehr kräftig und als Zugtier geeignet, außerordentlich ausdauernd, ziemlich fleischig, aber wenig milchergiebig. Tuberkulose und Lungenseuche sind in Serbien unbekannte Rinderkrankheiten.

Der eigentliche serbische Rindertypus verschwindet übrigens von Jahr zu Jahr mehr, und zwar hauptsächlich wegen seiner langsamen Entwicklung. Zur vollständigen Entwicklung gebraucht das serbische Rind fünf Jahre. Die Regierung bringt deshalb fremdes Blut in das Land herein, und zwar hauptsächlich aus dem Montafontal, sowie aus dem Simmental. Im Jahre 1912 sind auf Staatskosten im Simmentale und im Inlande etwa 500 junge Stiere der Simmentaler Rasse aufgekauft und unentgeltlich über das ganze Land hin zum Belegen der einheimischen Kühe verteilt worden. Außerdem züchten sämtliche staatlichen Viehzüchtereien fremde Rinderrassen, zumeist Simmentaler, so daß der Zustrom fremden Blutes sich stark geltend macht und in nicht ferner Zukunft das serbische Blut ganz verdrängt haben dürfte. Man trifft bereits in großer Anzahl in Serbien gezüchtetes erstklassiges Vieh der reinen Simmentaler Rasse an.

Schweine.

Serbien ist seit jeher durch seine gute Schweinezucht bekannt. Die Boden- und Klimaverhältnisse sind hierfür außerordentlich günstig. Das Fleisch des serbischen Schweines ist schmackhaft, der Speck gut, das Schmalz sogar von erster Güte.

Die beste einheimische Rasse ist das „Schumadiaschwein", das von dem ungarischen „Mangalizaschwein" herstammt; diese Rasse ist für Serbien geradezu voll-

kommen. Sie zeichnet sich aus durch Körperlänge und hohes Schlachtgewicht. Diese Rasse ist sehr widerstandsfähig, namentlich auch gegen die meisten Krankheiten. Ein Hauptgebiet der Schweinezucht ist die Morawaniederung. Andere Gegenden, in denen die Schweinezucht noch besonders erfolgreich betrieben wird, sind die Länderstriche „Possawina“, „Ressawa“ und „Mlawa“.

Die serbische Regierung hat seit mehreren Jahren erfolgreiche Versuche gemacht, durch Veredelung mit englischen Rassen das serbische Schwein noch hinsichtlich der Fleischgewinnung zu verbessern. Hauptsächlich sind hierzu Tiere der Yorkshirerasse, bezogen aus deutschen Zuchtanstalten, verwendet worden. Die Versuche mit den fremden Rassen haben zwar bezüglich der Schlachtreife und Fleischgewinnung schöne Erfolge gezeitigt, die eingeführten Tiere und die Kreuzungen von ihnen sind jedoch nicht so widerstandsfähig wie die einheimische Rasse. Zur Erreichung des vom Staate erstrebten Zieles, die Schweinezucht zu heben, werden unentgeltlich an verlässige Züchter Muttertiere englischer Rasse unter gewissen Bedingungen abgegeben.

Schafe.

In der Hauptsache hat Serbien zwei Arten von Schafen: Gebirgs- und Talschafe. Beide zeichnen sich aus durch langgezogene Wolle (Zackelschafe).

Die besten Gebirgsschafe sind die sogenannten „Kriwowir-Schafe“ (Kriwowir liegt unweit von Sajetschar). Diese Tiere haben reichen Wollwuchs — die Wolle ist verhältnismäßig fein — und sind außerdem ziemlich milchergiebig. Die Lipe-Schafe werden im Bezirk Semendria gezüchtet. Es sind Talschafe, die größer sind, mehr Milch, aber weniger Wolle geben als die Kriwowirschafe. Die Aufbesserung der einheimischen Schafe geschieht zu dem Zwecke, die Erfordernisse der serbischen Bauernbevölkerung zu decken. Diese verlangt vom Schafe Wolle für die durch Hausindustrie hergestellte und vom ganzen Landvolke getragene Kleidung (besondere Trachten). Ferner will sie Milch für die Bereitung von Käse und Butter für ihren bescheidenen Hausbedarf. Endlich gebraucht der Bauer das Schaffleisch als Nahrungs- und Genußmittel. Versuche, die Wolle durch Kreuzung der einheimischen mit Rambouilletschafen zu verbessern, sind nicht gelungen. Die hierdurch gewonnene Wolle kann von der serbischen Bäuerin bei den ihr zur Verfügung stehenden einfachen Werkzeugen nicht verarbeitet werden. Man geht deswegen bei der Verbesserung der Schafwolle weniger unmittelbar, als vielmehr mittelbar vor und kreuzt wegen der Milchergiebigkeit der Lipeschafe diese mit friesischen Milchschafen von größerem Körperbau und die Kriwowirschafe mit englischen, namentlich mit Hampshirschafen. Mit diesen Versuchen sind bisher befriedigende Ergebnisse erzielt worden.

Ziegen.

Serbien verfügt über eine verhältnismäßig gute Ziegenrasse. Sie gibt ziemlich viel Milch (häufig 4 bis 5 Liter im Tag), ist groß, ausdauernd und widerstandsfähig. Man hat trotzdem Versuche mit reiner Zucht von Saanen-Rasse und Kreuzung solcher mit einheimischen Tieren angestellt, die befriedigend ausgefallen sind.

III. Viehverkehr.

A. Viehhandel.

Der Viehhandel bildet einen bedeutenden Zweig des serbischen Außenhandels. Die serbische Regierung ist durch Gewährung von Vergünstigungen darauf bedacht, die Ausfuhr zu heben und damit die Verwertung des Viehreichtums Serbiens möglichst günstig zu gestalten. So wurde durch Gesetz vom 28. November / 10. Dezember 1895[1]) die „Serbische Viehmarkt-Aktiengesellschaft“ zu Belgrad mit Vorrechten ausgestattet, wie sie nach dem „Gesetze, betreffend die Unterstützung von Schlachthäusern“ gewährt werden können (vergl. S. 397). Ferner ist durch das Gesetz, betreffend die Erleichterungen, die für die Schweineausfuhr im Falle einer Grenzsperre gewährt werden können, vom 24. Januar / 5. Februar 1896[2]) der Ministerrat ermächtigt, während der Dauer des Verbots für die Ausfuhr von Schweinen nach einer anderen Seite der Grenze ausnahmsweise alle Erleichterungen zu gewähren, die für notwendig befunden werden sollten. Früher hauptsächlich nach Österreich-Ungarn gerichtet, hat der Viehhandel, seitdem durch den Abschluß des Handelsvertrags mit Österreich-Ungarn vom 14. März 1908 die Ausfuhr von lebendem Vieh nach diesen Ländern untersagt ist, andere Wege gesucht und geht neuerdings über Saloniki nach Ägypten, der Türkei, Griechenland, Malta, Italien und Frankreich.

Es wurden

	1906		1907		1908	
	Stück	für Frcs.	Stück	für Frcs.	Stück	für Frcs.
Rindvieh	10 928	1 762 012	13 248	2 033 976	20 690	2 960 252
Schweine	67 509	7 927 510	14 875	1 603 959	11 216	788 057
Anderes Vieh	66 194	812 058	65 850	593 364	94 903	1 276 611
	kg		kg		kg	
Geflügel	1 622 257	1 218 507	166 700	141 695	657 222	582 954

B. Viehbeförderung im allgemeinen sowie auf Eisenbahnen und Schiffen.

Nach § 8 des Gesetzes, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, vom 30. März 1881 / 12. April 1881 sind bei Viehbeförderungen auch im inländischen Verkehr Viehpässe beizubringen:

a) für Wiederkäuer, Pferde und Schweine, die auf Tierschauen gebracht,

b) für Herden von Wiederkäuern und Schweinen, die über größere Landstriche getrieben werden, und

[1]) Veröffentlichungen des Kaiserl. Gesundheitsamts 1897, S. 7.

[2]) Desgl. S. 9.

c) für Rindvieh jeden Alters, das auf Viehmärkte und Auktionen gebracht oder anläßlich des Standortwechsels nach einem mehr als 10 km entfernten Orte getrieben wird,

d) für Wiederkäuer und erforderlichenfalls auch für andere Haustiere, die mit Eisenbahnen und Schiffen befördert werden.

Treibherden müssen während des Marsches mindestens von 5 zu 5 Tagen von einem approbierten Tierarzt untersucht werden.

Bei Beförderung von Wiederkäuern auf Eisenbahnen und Schiffen (§ 10 des Gesetzes) sind die Transporte beim Ein- und Ausladen an hierzu bestimmten Stationen von Sachverständigen zu untersuchen; die Ausladung der Tiere darf außer bei Notfällen nur am Bestimmungsort erfolgen; Schlachtvieh darf nicht gemeinschaftlich mit Zucht- oder Nutzvieh versandt und auch nicht in denselben Eisenbahnwagen oder auf demselben Schiffe verladen werden. Besondere Viehtransportwagen besitzt die serbische Staatseisenbahn nicht. Die zur Viehbeförderung benutzten Eisenbahnwagen werden sofort nach dem Ausladen der Tiere desinfiziert.

Hinsichtlich der Verwendung von Eisenbahnwagen zur Viehbeförderung sind in Art. 14 der Verordnung vom 1./14. Juli 1907 nähere Vorschriften erlassen.

Danach dürfen für den Viehtransport nach dem Ausland nur solche Wagen verwendet werden, die vorschriftsmäßig gereinigt und desinfiziert worden sind. Unter „desinfizieren" sind alle Arbeiten zu verstehen, die erforderlich sind, um die vorschriftsmäßige Reinigung und Desinfektion zu bewirken.

ausgeführt:

1909		1910		1911		1912	
Stück	für Frcs.	Stück	für Frcs.	Stück	für Frcs.	Stück	für Frcs.
35 309	7 009 960	85 407	7 335 648	18 140	4 910 945	4 205	973 465
20 317	1 126 167	12 794	1 079 873	9 243	686 176	2 292	113 711
112 533	1 296 575	93 639	1 300 204	82 428	1 670 517	64 580	813 208
kg		kg		kg		kg	
436 235	426 175	96 004	82 038	3 988 540	3 549 854	4 257 141	3 751 293

Leere oder beladene eigene oder fremde Eisenbahnwagen, bei denen schon äußerlich zu ersehen ist, daß sie zur Viehbeförderung bestimmt, aber nicht vorschriftsmäßig desinfiziert wurden, hat die betreffende Empfangsverwaltung, sofern sie die Annahme nicht verweigert, sofort nach Ankunft auf der Übergangsstation oder auf der besonders hierfür bestimmten Station zu desinfizieren. Wird bei einem Wagen erst bei einem neuen Einladen ermittelt, daß er bereits früher für den Viehtransport benutzt und seitdem nicht vorschriftsmäßig desinfiziert worden ist, so ist dessen Desinfizierung sofort zu bewerkstelligen.

Diejenige Bahnverwaltung, die nachträglich die in Rede stehende Desinfizierung vornimmt, hat Anspruch auf Kostenersatz usw.

Bei der Desinfektion der Wagen ist folgendermaßen zu verfahren:

1. Aus den Wagen ist alles Stroh zu entfernen, das als Streu für Vieh gedient hat; dasselbe gilt von etwa vorhandenen tierischen Ausscheidungen.
2. Fußböden und Wände sind abzukratzen und sodann die Wagen mit Besen auszufegen.
3. Nachdem dies geschehen, sind die betreffenden Wagen innen und außen mit Wasser abzuwaschen. Dabei ist besonders darauf zu achten, daß in den Ecken und Fugen oder an den äußeren Querbrettern keine Kotteile mehr haften.
4. Beim Abwaschen entstandene Wasseransammlungen sind mit dem Besen zu entfernen. Hierauf hat die Desinfektion stattzufinden, die mit Karbolsäure- oder mit Eisenvitriollösung in der Weise vorzunehmen ist, daß in diese Lösungen eine Bürste getaucht und damit Böden und Wände der Wagens bespritzt werden.

Wie die Eisenbahnwagen sind auch die Zugänge zu den Viehbuchten (Salaschen) sowie die Viehladerampen zu desinfizieren. Zu diesem Zweck ist zunächst aller Dünger zu entfernen. Sodann sind alle jene Stellen, wo sich das Vieh aufhält, mit viel Wasser abzuwaschen und mit dem Besen gründlich abzufegen. Schließlich sind diese Stellen mit einem Desinfektionsmittel in flüssigem Zustande (entweder mit Karbolsäure oder mit Eisenvitriol) zu bespritzen oder mit Karbolpulver zu bestreuen.

Der aus den Wagen entfernte Dünger, sowie der auf der Laderampe oder in den Zugängen zu den Viehbuchten entfallende Kot ist in kürzester Frist fortzuschaffen.

(Erlasse vom 18./30. Januar 1890 und vom 14./26. April 1887.)

C. Viehmarktwesen, Beaufsichtigung der Viehmärkte, der Händler- und Gastställe.

Das Viehmarktwesen ist geregelt durch das bereits erwähnte Gesetz, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, vom $\frac{\text{30. März 1881}}{\text{12. April 1881}}$, dessen Abschnitt III nachstehende Vorschriften enthält:

Alle Viehmärkte, Tierauktionen und öffentliche Tierschauen sind einer sachverständigen Aufsicht zu unterstellen. Exportviehmärkte von hervorragender Bedeutung kann die Stadtverwaltung durch vom Staate bestellte Tierärzte überwachen lassen.

Auf sämtlichen Viehmärkten ist zur Verhütung der Ansteckungsgefahr eine entsprechende Trennung und gesonderte Aufstellung des aufgetriebenen Viehes anzuordnen. Der mit der Aufsicht betraute Sachverständige ist verpflichtet, jedes auf den Markt gebrachte Stück Vieh genau zu untersuchen, bei Feststellung oder beim Verdacht einer ansteckenden Tierkrankheit die Absonderung und Bewachung der kranken und verdächtigen Tiere an einem entfernteren, jede Berührung mit ansteckungsfähigen Tieren ausschließenden Orte zu veranlassen und der Behörde hierüber unverzüglich Anzeige zu erstatten. Die Marktordnung für Viehmärkte ist vom

Ministerium des Innern im Einvernehmen mit dem Finanzministerium und nach Anhörung der betreffenden Gemeinde zu erlassen.

Eine tierärztliche Beaufsichtigung der Händler- und Gastställe findet nur dann statt, wenn in den betreffenden Gemeinden eine Viehseuche ausgebrochen ist.

IV. Bekämpfung der Viehseuchen.

Die Bekämpfung der Viehseuchen ist geregelt durch:

1. das Gesetz, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, vom 30. März/12. April 1881[1]);
2. das Gesetz, betreffend „die Abwehr und Tilgung der Rinderpest", vom 30. März/12. April 1881[1]);
3. das „Rundschreiben des Ministers für Volkswirtschaft, betreffend Maßnahmen gegen die Geflügelcholera", vom 26. August 1903 a. St.[2]).

A. Abwehrmaßregeln gegen die Einschleppung von Viehseuchen aus dem Auslande.

Nach den in dem vorerwähnten Gesetze, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, enthaltenen einschlägigen Bestimmungen dürfen Haustiere, die für die anzeigepflichtigen Seuchen empfänglich sind, nur auf Grund von Gesundheitspässen eingeführt werden.

Ist der inländische Viehbestand durch eine in einem Nachbarlande ausgebrochene Viehseuche bedroht, so kann von der politischen Kreisbehörde die Einfuhr lebender und toter Tiere, durch die eine Verschleppung des Ansteckungsstoffes möglich ist, entweder entlang der Grenze des ganzen Verwaltungsgebietes, oder für bestimmte Grenzstrecken verboten, oder nur über bestimmte Eintrittsorte und unter Beschränkungen gestattet werden, welche die Gefahr einer Einschleppung ausschließen.

Diese Verkehrsbeschränkungen können erforderlichenfalls auch auf die Einfuhr von rohem Fleische und sonstigen tierischen Rohstoffen, Dünger, Rauhfutter, Streumaterial und allen Gegenständen, die Träger des Ansteckungsstoffs sein können, ausgedehnt werden. Nach Maßgabe der besonderen Umstände des Falles kann die Grenzabsperrung mit militärischen Kräften verfügt werden.

Gewinnt die Seuche im Nachbarlande innerhalb einer Entfernung von 20 km von der Grenze eine bedrohliche Ausdehnung, so kann von der Kreispräfektur für die in Betracht kommenden serbischen Grenzbezirke eine Revision des vorhandenen Viehbestandes und eine ständige Kontrolle des Gesundheitszustandes, sowie des Zu- und Abgangs der durch die Seuche gefährdeten Tiere angeordnet werden.

Das Gesetz, betreffend die Abwehr und Tilgung der Rinderpest, schreibt nachstehende Maßregeln vor gegen die Einschleppung der Rinderpest aus dem Auslande.

[1]) Beide veröffentlicht in der Druckschrift: „Die Sanitätsgesetze in Serbien". Amtliche Ausgabe. Belgrad.

[2]) Veröffentl. des Kaiserl. Gesundheitsamts 1904, S. 132.

Tritt die Rinderpest in einem an Serbien angrenzenden oder mit Serbien in unmittelbarem Verkehre stehenden Lande auf, so dürfen aus den verseuchten Gegenden nicht eingeführt werden:

lebende und tote Rinder und andere Wiederkäuer, alle von Wiederkäuern stammenden tierischen Teile, Abfälle, Rohstoffe weder in frischem noch in getrocknetem Zustande — ausgenommen Molkereiprodukte, ausgeschmolzener Talg und gewaschene oder kalzinierte und in Säcken oder Ballen verpackte Schafwolle —; Rauhfutter, Stroh und anderes Streumaterial sowie Dünger; gebrauchte Stallgeräte und Anspanngeschirre, für den Handel bestimmte getragene Kleider, derartiges Schuhwerk und Hadern (Lumpen).

Heu, Stroh und anderes als Verpackungsmittel benutztes Streumaterial ist am Bestimmungsorte der Ware sofort nach der Ankunft zu vernichten.

Als verseuchte Gegend gilt die Umgebung des Seuchenortes im Umkreise von 26 km.

Aus nicht verseuchten Gegenden kann von der Kreisbehörde des angrenzenden Kreises die Ein- und Durchfuhr der genannten Tiere und Gegenstände, deren Einfuhr aus verseuchten Gegenden verboten ist, unter folgenden Bedingungen gestattet werden:

1. Die Einbringung darf nur über besonders zu bestimmende Orte erfolgen.
2. Es ist am Einfuhrorte eine amtliche Bescheinigung beizubringen, daß die Tiere aus einer nicht verseuchten Gegend kommen, und der Transport durch seuchenfreie Gegenden ging.
3. Durch amtstierärztliche Untersuchung ist dies Gesundsein der Tiere sicherzustellen.
4. Für die genannten Gegenstände muß der amtliche Nachweis erbracht werden, daß sie aus seuchenfreien Gegenden stammen und in nicht verseuchten Orten gelagert haben.

Tritt die Rinderpest in nicht über 40 km von der Grenze entfernten Orten oder überhaupt in bedrohlicher Weise auf, so ist von der Kreisbehörde des angrenzenden serbischen Verwaltungsgebiets die Ein- und Durchfuhr der oben genannten Tiere und Gegenstände über die gefährdete Grenze überhaupt zu verbieten und Grenzsperre, erforderlichenfalls unter Aufstellung militärischer Kordons, zu verfügen.

Die Kreisbehörde kann aber in diesen Fällen Eisenbahn- und Schiffstransporte aus nicht verseuchten Gegenden unter den Bedingungen unter 1 bis 4 zulassen. Es sind dies Transporte von Schlachtvieh nach Orten mit öffentlichen, mit dem Schienenwege oder dem Schiffslandungsplatze unmittelbar in Verbindung stehenden Schlachthäusern und Transporte von vollkommen trockenen Häuten, Knochen, Hörnern, Haarspitzen und Klauen, gesalzenen und getrockneten Rinderdärmen, Saitlingen, ungeschmolzenem Talg in Fässern und Wannen, Kuhhaaren, Schweinsborsten, Schafwolle und Ziegenhaaren, insofern letztere Gegenstände in Säcke und Ballen verpackt sind. Die Erlaubnis der Durchfuhr ist an die Beibringung des Nachweises gebunden, daß an der Grenze des Bestimmungslandes der Übertritt nicht beanstandet wird.

Die Grenzsperre hat zur Folge, daß Personen, von denen bekannt oder anzunehmen ist, daß sie in verseuchten Orten gewesen sind oder mit lebenden bezw. toten Rindern und anderen Wiederkäuern usw. in Berührung waren, vor ihrer Zulassung in Serbien sich, ihre Effekten und etwa benutztes Fuhrwerk einer Desinfektion zu unterziehen haben.

Beim Herannahen der Seuche auf weniger als 20 km Entfernung von der Grenze sind die Ortschaften der bedrohten Grenzbezirke in Seuchenbezirke zusammenzufassen, und daselbst die hierfür geltenden Vorschriften in Anwendung zu bringen. Für diese Fälle haben die Bezirksbehörden in den beteiligten Grenzbezirken eine Untersuchung der vorhandenen Wiederkäuer vornehmen zu lassen und für eine ständige Überwachung des Gesundheitszustandes sowie des Zu- und Abgangs derselben (Viehregister) Sorge zu tragen.

Die Ein- und Durchfuhr von Rindern aus Ländern, von denen wegen häufig vorkommender Verseuchung eine Einschleppung der Rinderpest in besonderem Maße droht, ist verboten. Die Ein- und Durchfuhr von Schafen und Ziegen kann unter den für die Einfuhr aus nicht verseuchten Gegenden verseuchter Länder vorgesehenen Bedingungen von der Kreisbehörde gestattet werden, solange die Seuche nicht innerhalb 80 km von der Grenze herrscht, oder ihre Verbreitung in dem betreffenden Ausland die Einfuhr nicht als unzulässig erscheinen läßt. Unter denselben Bedingungen kann auch die Ein- und Durchfuhr von trockenen Häuten, Knochen, Hörnern, Haarspitzen und Klauen, gesalzenen und getrockneten Rinderdärmen, Saitlingen, ungeschmolzenem Talg in Fässern und Wannen, Kuhhaaren, Schweinsborsten, Schafwolle und Ziegenhaaren — letztere Gegenstände in Säcke und Ballen verpackt — gestattet werden. Übrigens kann für diese Gegenstände eine Desinfektion an der Grenze vorgeschrieben werden. Die Transporte der bezeichneten Tiere und Gegenstände sollen möglichst auf der Eisenbahn oder auf dem Wasserwege erfolgen.

Tierische Teile in frischem Zustande sind von der Ein- und Durchfuhr ausgeschlossen.

Gewaschene und kalzinierte Wolle, Molkereiprodukte und ausgeschmolzener Talg unterliegen bezüglich ihrer Ein- und Durchfuhr keinen Beschränkungen. Zur Einfuhr von Rauhfutter, Stroh und anderen Streumaterialien, Dünger, gebrauchten Stallgeräten, Anspanngeschirren, für den Handel bestimmten Kleidern und derartiges Schuhwerk ist die besondere Bewilligung der Kreisbehörde erforderlich.

Zur Verhinderung des Schmuggels mit Rindvieh ist diesen Ländern gegenüber die Grenze beständig in verschärftem Maße, nötigenfalls unter Heranziehung von Militär, zu überwachen.

In den angrenzenden serbischen Gebieten ist innerhalb einer 30 km breiten Zone durch die beamteten Tierärzte unter Mitwirkung entlohnter und beeidigter Viehrevisoren für die Gemeinden ein Kataster des Rindviehbestandes anzulegen. Der Kataster muß von den Revisoren ständig in Ordnung gehalten, und seine Führung von den Polizeiorganen überwacht werden.

Innerhalb des Grenzgebietes muß jedes Stück Rindvieh mit einem Brandzeichen versehen und beim Abtrieb aus seinem Standorte durch einen Viehpaß gedeckt sein. Die Gemeinden sind zur Mitwirkung bei dieser Maßregel verpflichtet.

Die Eisenbahnverwaltung darf innerhalb der genannten Zone Wiederkäuer zur Weiterbeförderung nur auf bestimmten Eisenbahnstationen und lediglich auf Grund vorschriftsmäßig ausgestellter Viehpässe übernehmen.

Gemäß Rundschreiben des Ministers für Volkswirtschaft, betreffend Maßnahmen gegen die Geflügelcholera, vom 26. August 1903 a. St. darf die Ein- und Durchfuhr von lebendem Geflügel nach Serbien nur über die Einbruchstationen an der Grenze stattfinden. Das Geflügel ist an jeder Einbruchstation von dem Staatstierarzt zu untersuchen. Sollte bei einem Transporte festgestellt werden, daß einzelne Tiere an der Seuche erkrankt oder verendet sind, so ist der ganze Transport zurückzuweisen. Die Einbruchstation hat das Volkswirtschaftsministerium hiervon sofort telegraphisch zu verständigen und nachher das Protokoll mit den näheren Angaben über den Transport, sowie über die Ursache der Zurückweisung vorzulegen.

Aus dem Ausland anlangendes Geflügel darf nur in Gegenwart des Kreistierarztes ausgeladen werden, von dem es zu untersuchen ist. Die weitere Behandlung des Transports hängt von dem Ergebnis der Untersuchung ab.

B. Bekämpfung der Viehseuchen im Inlande.

a) Allgemeines.

1. Anzeigepflichtige Seuchen. Obliegenheiten der ausführenden Behörden.

Das Gesetz, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, vom 30. März/12. April 1881 bezweckt den Schutz des inländischen Viehbestandes gegen Viehseuchen überhaupt und insbesondere gegen:

1. die Maul- und Klauenseuche der Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine;
2. den Milzbrand der landwirtschaftlichen Haustiere;
3. die Lungenseuche der Rinder;
4. den Rotz der Pferde, Esel und Maultiere;
5. die Pockenseuche der Schafe;
6. die Beschälseuche der Zuchtpferde und den Bläschenausschlag der Pferde und Rinder;
7. die Räude der Pferde und Schafe;
8. die Wutkrankheit der Hunde und übrigen Haustiere.

Bei dem Ausbruch anderer als der vorgenannten ansteckenden Tierkrankheiten bleibt es dem Ministerium für Volkswirtschaft im Einverständnis mit dem Finanzministerium vorbehalten, unter Berücksichtigung der Bestimmungen des Viehseuchengesetzes die erforderlichen Maßregeln zu treffen (§ 1).

Die Handhabung der gesetzlichen Bestimmungen über Viehseuchen ist, sofern in diesen Bestimmungen keine besondere Anordnung getroffen ist, Sache der Polizeibehörden, und zwar in erster Instanz der Bezirkshauptmannschaften unter gesetzmäßiger Mitwirkung der Gemeinden, dann der Organe der Sanitätsverwaltung und wird vom Ministerium für Volkswirtschaft oder dem Finanzministerium geleitet und überwacht. Zur Ausführung der Bestimmungen sind die beamteten Tierärzte heranzuziehen. Im Falle der Verhinderung oder des Abganges beamteter Tierärzte können von der

Polizeibehörde andere approbierte Tierärzte und, insofern solche nicht zur Verfügung stehen, die Kreis- und Bezirksärzte zu den Amtshandlungen der beamteten Tierärzte mit den Befugnissen und Obliegenheiten der letzteren verwendet werden.

Bezüglich der Pferde, Trag- und Provianttiere, die Eigentum der Militärverwaltung sind, bleibt die Ermittelung und Tilgung der Seuchen den Militärbehörden, in den Staatsgestüten den Gestütskommandanten überlassen. Die Militärbehörden, sowie die Gestütskommandanten sind jedoch verpflichtet, die betreffende Bezirksbehörde von dem Auftreten eines jeden Seuchenfalles und von den getroffenen Maßregeln unverweilt zu verständigen und über den Verlauf der Seuche in Kenntnis zu erhalten, ferner bei Durchführung derjenigen Maßnahmen, die von der Bezirksbehörde mit Rücksicht auf die Gefahr der Weiterverbreitung der Seuche für notwendig erkannt werden, mitzuwirken. Andererseits ist die Bezirksbehörde verpflichtet, sobald sie von einem Seuchenverdacht bei den in Beschälstationen oder in der Privatmiete oder Privatpflege befindlichen dem Staate gehörigen Hengsten Kenntnis erlangt, hiervon das Gestütskommando wegen der zu treffenden Verfügungen zu verständigen (§ 2).

Treten bei einer ansteckenden Tierkrankheit Verhältnisse ein, die das unmittelbare Eingreifen der Kreispolizeibehörde oder des Ministeriums erfordern oder eine Ausdehnung der von den Bezirksbehörden getroffenen Verfügungen notwendig machen, so haben diese das Geeignete zu veranlassen. Die Ministerien haben insbesondere dafür Sorge zu tragen, daß Verfügungen gegen die Weiterverbreitung von Tierseuchen, die von allgemeiner Bedeutung sind, öffentlich bekannt gemacht werden.

Den Ministerien bleiben auch jene Anordnungen vorbehalten, die sich durch besondere internationale Verhältnisse als notwendig herausstellen (§ 3).

2. Anzeigepflicht. Sperrmaßnahmen. Impfung, Tötung und unschädliche Beseitigung.

Haustiere, die mit einer leicht übertragbaren Krankheit behaftet oder derselben, wenn auch nur infolge gleichen Standortes oder gemeinsamer Wartung, verdächtig sind, dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden (§ 7).

Personen, die beruflich mit fremdem Vieh und Tierkadavern oder mit tierischen Abfällen zu tun haben, müssen sich sorgfältig reinigen und beim Betreten von Gehöften und Stallungen vorsichtig sein. In verseuchten Gehöften oder in Orten, über welche die Sperre verhängt wurde, ist das Übernachten von fremden Personen in Stallungen verboten (§ 14).

Wer an einem ihm gehörigen oder seiner Aufsicht anvertrauten Tiere eine der im § 1 genannten Krankheiten wahrnimmt oder den Verdacht einer Erkrankung hegt, hat hiervon unverzüglich dem Gemeindevorsteher Anzeige zu erstatten und das Tier von Orten, wo für andere Tiere die Gefahr der Ansteckung besteht, fernzuhalten.

Diese Verpflichtung tritt auch dann ein, wenn unter den Tieren eines Stalles oder einer Herde innerhalb 8 Tagen ein zweiter Fall einer innerlichen Erkrankung unter den gleichen Erscheinungen vorkommt.

Auf dem Verordnungswege kann bestimmt werden, daß zum Zwecke einer möglichst schnellen Mitteilung an den Gemeindevorsteher in größeren Gemeinden die

Anzeige an die zur Besorgung der ortspolizeilichen Geschäfte bestimmten Organe des Gemeindevorstandes zu erstatten ist.

Bei Viehtransporten zu Lande ist die Anzeige an den Vorsteher der nächstgelegenen Gemeinde zu erstatten. Der Gemeindevorsteher hat, sobald er von dem Ausbruch einer Seuche oder von einem verdächtigen Erkrankungs- oder Todesfall eines Tieres auf irgend eine Weise Kenntnis erlangt, und sofern im letzteren Falle der Verdacht nicht durch die sachverständige Ermittlung eines approbierten Tierarztes vollkommen behoben wird, unverweilt an die Bezirkshauptmannschaft Anzeige zu erstatten (§ 15).

Die Pflicht sofortiger Anzeige liegt auch den Tierärzten, den Vieh- und Fleischbeschauern, sowie den Wagenmeistern ob für jeden Fall einer ansteckenden Tierkrankheit oder des Verdachts einer solchen, von dem sie in Ausübung ihres Berufs Kenntnis erlangen.

Die Tierärzte haben die Anzeige an die Bezirkshauptmannschaft und an den Gemeindevorsteher zu machen. Im übrigen ist jedermann, der von derartigen Erkrankungsfällen Kenntnis bekommt, berechtigt, Anzeige zu erstatten. Die Gendarmen und Panduren sind hierzu berufen (§ 16).

Der Gemeindevorsteher hat gleichzeitig mit der Erstattung der Anzeige an die Bezirkshauptmannschaft, wenn möglich unter Beiziehung eines approbierten Tierarztes, wegen Absonderung der Tiere vorläufig die nötigen Vorkehrungen zu treffen und die Stallsperre zu verfügen (§ 17).

Die Bezirksbehörde hat nach Eingang der Anzeige von dem Ausbruch oder dem Verdacht einer ansteckenden Tierkrankheit ohne Verzug von der Kreisbehörde den Kreistierarzt zu verlangen und diesen an Ort und Stelle abzuordnen. Der Kreistierarzt bildet mit dem Gemeindevorsteher zusammen die Seuchenkommission und hat über die Art, Ausbreitung und Ursache der Krankheit Erhebungen anzustellen, die auf Grund des Gesetzes und der Vollzugsvorschrift zu treffenden Maßregeln anzuordnen und deren Durchführung einzuleiten. Erforderlichenfalls kann die Bezirksbehörde zur Leitung der Seuchenkommission nebst dem Kreistierarzt auch ein anderes Organ abordnen. Dem Besitzer des seuchenverdächtigen Tieres bleibt es unbenommen, zu den Erhebungen der Seuchenkommission auch seinerseits einen approbierten Tierarzt zuzuziehen. Werden über die Richtigkeit der Erhebungen des beamteten Tierarztes der Seuchenkommission begründete Einwendungen vorgebracht, so ist hierüber auf dem kürzesten Wege an das Ministerium für Volkswirtschaft zu berichten, von dem das Weitere verfügt werden wird. Die Durchführung der durch die Umstände gebotenen Schutzmaßregeln darf dadurch jedoch keinen Aufschub erleiden (§ 18).

Liegt der Verdacht einer ansteckenden Tierkrankheit vor, so sind die notwendigen Schutzmaßregeln einzuleiten. Spätestens binnen 8 Tagen ist die tierärztliche Untersuchung zu wiederholen. Stellt sich hierbei der Verdacht als unbegründet heraus, so sind die eingeleiteten Schutzmaßregeln aufzuheben. Im Bedarfsfalle kann mit der Ermächtigung der Bezirksbehörde zur Sicherung der Diagnose die Tötung eines verdächtigen Tieres angeordnet werden (§ 19).

Im Falle der Seuchengefahr und für deren Dauer können außer den im Gesetze bezüglich der einzelnen Viehseuchen erlassenen besonderen Vorschriften je nach Lage des Falles und nach der Größe der Gefahr, unter Berücksichtigung der beteiligten Verkehrsinteressen, nachfolgende Maßregeln angeordnet werden:

1. Die Absonderung, Bewachung oder polizeiliche Beobachtung der an der Seuche erkrankten und ihr verdächtigen Tiere. Als verdächtig werden alle Tiere angesehen, die durch Berührung mit kranken Tieren oder deren Ansteckungsstoffen der Möglichkeit der Ansteckung ausgesetzt gewesen sind, selbst wenn sie keine Krankheitserscheinungen zeigen.

2. Beschränkungen in dem Verkehr mit kranken und verdächtigen und durch die Krankheit gefährdeten oder mit solchen Tieren, die Träger des Ansteckungsstoffs sein können, ferner in der Art der Verwendung und Verwertung kranker und verdächtiger Tiere, der von ihnen stammenden Rohstoffe und der bei den Tieren benutzten Gegenstände, insbesondere: Die Einstellung des Weitertriebs sowie die Absperrung von auf dem Triebe erkrankten und seuchenverdächtigen Tieren.

Die Stallsperre. Die Tiere dürfen die ihnen zugewiesene Räumlichkeit (Stall, Standort, Hofraum, Gehöft, abgesonderten Weideplatz usw.) nicht verlassen und überhaupt mit anderen durch die Krankheit gefährdeten Tieren nicht in Verkehr gebracht werden. Die Stallsperre hat nach Erfordernis auch die Absonderung aller mit den kranken Tieren in Berührung gekommenen Gegenstände (Stallgeräte, Futter, Dünger und dergl.) im Gefolge.

Die Weidesperre. Es wird entweder der Weidegang überhaupt oder, im Falle der Notwendigkeit des Weidegangs, der gemeinschaftliche Weidegang von Tieren aus verschiedenen Stallungen sowie die gemeinschaftliche Benutzung der dahinführenden Wege und Straßen verboten.

Das Verbot der gemeinschaftlichen Benutzung von Brunnen, Tränken, Schwemmen und dergl.

Das Verbot des freien Umherlaufens von Hunden und kleinen Haustieren.

Die Orts- und Flursperre. Ihre Verhängung kann nur mit Bewilligung der Bezirksbehörde erfolgen.

3. Das Verbot der Abhaltung von Vieh- und Pferdemärkten, Viehauktionen und Tierschauen in dem Seuchenorte und in dessen nächster Umgebung oder die Ausschließung einzelner bestimmter Tiergattungen von dem Auftriebe auf Märkte, Auktionen und Tierschauen.

4. Die Impfung der der Ansteckungsgefahr ausgesetzten Tiere, jedoch nur in den gesetzlich vorgesehenen Fällen und unter Aufsicht des beamteten Tierarztes.

5. Die Tötung seuchenkranker und verdächtiger Tiere in den im Gesetz ausdrücklich namhaft gemachten Fällen.

6. Die unschädliche Beseitigung der an einer Seuche gefallenen oder wegen dieser getöteten Tiere, sowie solcher Teile der Tiere, die zur Verschleppung des Ansteckungsstoffes geeignet sind, ferner des Düngers, der Streu, der Produkte und Abfälle seuchenkranker und verdächtiger Tiere. Unter Einhaltung der bezüglichen gesetzlichen Bestimmungen kann die Beseitigung toter Tiere auf thermischem oder

chemischem Wege oder auch durch ausreichend tiefes Vergraben erfolgen. Trifft die Gemeinde keine geeignete Vorsorge wegen der Verscharrungsplätze, so ist, nötigenfalls unter Einleitung der Zwangsenteignung, ein hierzu geeigneter Platz auf Kosten der Gemeinde zu beschaffen.

Kann in einem Gemeindegebiet ein geeigneter Verscharrungsplatz nicht ausfindig gemacht werden, so ist die Überführung der Kadaver usw. in die nächste Wasenmeisterei oder, wenn dies nicht zulässig ist, auf einen anderwärts zu ermittelnden Verscharrungsplatz unter den von der Bezirksbehörde anzuordnenden Vorsichtsmaßregeln gestattet.

7. Die Desinfektion der von den seuchenkranken und verdächtigen Tieren benutzten Ställe und Standorte, der mit ihnen oder ihren Ansteckungsstoffen in Berührung gekommenen Gerätschaften und sonstigen Gegenstände, insbesondere auch der Kleidungsstücke von Personen, die mit den kranken Tieren in Berührung gekommen sind. Die Durchführung der Desinfektion der Ställe und Standorte, Gerätschaften und Gegenstände hat unter Aufsicht und Leitung des abgeordneten Tierarztes zu geschehen. Erforderlichenfalls kann auch die Desinfektion der mit seuchenkranken Tieren in nähere Berührung gekommenen Personen angeordnet werden (§ 20).

3. Weitere Maßnahmen.

Für die Durchführung der angeordneten örtlichen Maßregeln ist die Gemeindebehörde des Seuchenortes verantwortlich und hierin von der Bezirksbehörde zu überwachen (§ 21).

Sobald der Ausbruch einer ansteckenden Krankheit festgestellt ist, hat die Bezirksbehörde den an den Seuchenort angrenzenden Gemeinden und den nächstliegenden Bezirksbehörden hiervon unverzüglich Mitteilung zu machen und darüber auch der Kreispräfektur zu berichten. Die letztere hat nach Maßgabe der Gefahr die benachbarten Kreispräfekturen von dem Seuchenausbruche und den verfügten Absperrungsmaßregeln in Kenntnis zu setzen und hierüber dem Ministerium für Volkswirtschaft Anzeige zu erstatten (§ 22).

Während der Dauer einer ansteckenden Tierkrankheit hat die Kreispräfektur den Kreistierarzt in angemessenen Zwischenräumen zur Nachschau in den Seuchenort zu entsenden (§ 23).

Die Heilung kranker Tiere bleibt, sofern eine tierärztliche Behandlung überhaupt zulässig ist, dem Ermessen des Eigentümers überlassen. Für Fälle, in denen nach den Bestimmungen des Gesetzes die tierärztliche Behandlung kranker Tiere erfolgen muß, diese aber von dem Eigentümer vernachlässigt oder unterlassen wird, hat die Bezirksbehörde, wenn hieraus eine Gefährdung des Viehstandes anderer zu besorgen ist, die tierärztliche Behandlung der kranken Tiere auf Kosten des Eigentümers zu veranlassen. Das Heilungsverfahren ist vom beamteten Tierarzt zu beaufsichtigen (§ 24).

4. Aufhebung der Maßregeln.

Die zur Tilgung einer ansteckenden Krankheit getroffenen veterinärpolizeilichen Maßregeln werden aufgehoben, wenn die Krankheit amtlich für erloschen erklärt wird.

Dies darf erst dann geschehen, wenn kein seuchenkrankes Tier in dem betreffenden Hofe oder Orte mehr vorhanden, das Desinfektionsverfahren durchgeführt und der gesetzlich bestimmte Zeitraum seit der Genesung, Tötung oder dem Tode des letzten kranken Tieres verstrichen ist (§ 25).

b) Besondere Maßregeln zur Bekämpfung der einzelnen Seuchen.

1. Maul- und Klauenseuche.

Nachdem das Land seit 1906 frei von Maul- und Klauenseuche gewesen war, ist die Seuche im Jahre 1910 in allen Departements ausgebrochen. Insgesamt waren während des Jahres 1910 an Maul- und Klauenseuche erkrankt: 81 263 Rinder, 70027 Schafe, 5656 Ziegen und 31 554 Schweine.

Bei Verbreitung der Maul- und Klauenseuche über einen größeren Landstrich kann der Minister für Volkswirtschaft den Verkehr mit Rindern, Schafen, Ziegen und Schweinen von und nach dem verseuchten Landstrich, unter Gestattung des Verkehrs innerhalb des Landstrichs, untersagen.

Die Verwendung und der Verkauf der Milch kranker Tiere in ungekochtem Zustande ist verboten.

Die Zulässigkeit der Schlachtung der kranken Tiere zum Zweck des Fleischgenusses hängt von dem Gutachten des Tierarztes ab (§ 26).

2. Milzbrand.

Über das Vorkommen des Milzbrandes unter den Haustieren in den 5 Jahren 1906 bis 1910 gibt nachstehende Tabelle Auskunft:

Jahre	Gesamtzahl der erkrankten					Anzahl der betroffenen Gemeinden
	Pferde	Rinder	Schafe	Ziegen	Schweine	
1906	4	98	1	—	—	41
1907	7	70	28	—	—	28
1908	10	57	—	—	—	23
1909	4	56	3	—	1	21
1910	7	42	8	5	—	27

Tiere, die nach dem Gutachten des abgeordneten Tierarztes als milzbrandkrank oder -verdächtig anzusehen sind, dürfen zum Zweck des Fleischgenusses und der Verwertung sonstiger Bestandteile nicht geschlachtet werden.

Die Verwertung und der Verkauf einzelner Teile, der Milch und sonstiger Produkte von milzbrandkranken und -verdächtigen Tieren ist verboten. Blutige Operationen an solchen Tieren, sowie die Öffnung des Kadavers dürfen nur von approbierten Tierärzten vorgenommen werden.

Die Kadaver der an Milzbrand gefallenen oder deshalb getöteten Tiere dürfen nicht abgeledert werden und sind auf eine möglichst schnelle Art unschädlich zu beseitigen.

Die Schlachtung noch gesund erscheinender unverdächtiger Tiere eines verseuchten Gehöftes zum Zwecke des Fleischgenusses darf nur mit Beistimmung und unter der Aufsicht eines approbierten Tierarztes und nur im Seuchenorte stattfinden (§ 27).

3. Lungenseuche.

Die Lungenseuche ist in Serbien bisher nicht festgestellt worden und angeblich ganz unbekannt.

Bei etwaigem Auftreten dieser Seuche kommen nachstehende Maßnahmen in Betracht.

Der Abtrieb noch vollkommen gesunder Rinder aus gesperrten Ställen und Ortschaften zur Schlachtung kann auf Grund des Gutachtens des Amtstierarztes und unter entsprechenden Vorsichtsmaßnahmen von der Polizeibehörde gestattet werden.

Fleisch von geschlachteten kranken Rindern darf nur im Seuchenorte auf Grund des tierärztlichen Befundes zum Genusse zugelassen werden. Die Lungen solcher Tiere sind jedoch unschädlich zu beseitigen. Die Kadaver der an Lungenseuche gefallenen sowie der zum Genuß nicht geeigneten geschlachteten kranken Tiere sind gleichfalls unschädlich zu beseitigen.

Das Fleisch der wegen des Verdachts der Lungenseuche geschlachteten und nach der Schlachtung gesund befundenen Rinder darf genossen werden.

Die Häute umgestandener oder geschlachteter kranker Rinder sind zu desinfizieren.

Werden der Lungenseuche verdächtige Tiere in verbotswidriger Verwendung oder außerhalb der ihnen angewiesenen Räumlichkeiten oder an Orten, zu denen der Zutritt für sie verboten ist, betroffen, so kann, wenn eine Gefahr der Weiterverbreitung der Seuche durch das betroffene Vieh vorhanden ist, seine sofortige Tötung von der Bezirksbehörde, unter besonders bedenklichen Umständen auch von der Ortsbehörde, angeordnet werden (§ 28).

4. Rotz.

Unter den Pferden Serbiens ist der Rotz zwar nicht stark verbreitet, er kommt aber immerhin in einzelnen Fällen vor und hat in den letzten Jahren nicht unerheblich zugenommen.

Es waren an Rotz erkrankt in den Jahren:

1906	2	Pferde	in	1	Gemeinde,
1907	—	„	„	—	„ ,
1908	1	„	„	1	„ ,
1909	14	„	„	3	„ ,
1910	33	„	„	2	„ ,

Rotzkranke Pferde sind ohne Verzug zu töten. Liegt nur Rotzverdacht vor, so sind die Tiere abzusondern, unter Stallsperre zu halten und durch die Behörde zu beaufsichtigen. Sie dürfen nur durch einen approbierten Tierarzt behandelt werden. Dauert der verdächtige Zustand über 6 Wochen, so hat der Eigentümer des Tieres die weiteren Kosten der behördlichen Überwachung zu tragen. Kann oder will sich dieser hierzu nicht herbeilassen, so ist das Tier zu töten.

Tiere, die mit rotzkranken oder mit rotzverdächtigen Tieren in derselben Räumlichkeit untergebracht oder überhaupt in solcher Berührung waren, daß hierdurch eine Ansteckung erfolgt sein konnte, sind 2 Monate lang in besonderen Räumen unter tierärztlicher Beobachtung zu halten und dürfen erst nach Ablauf dieser Zeit, wenn sie sich als gesund erweisen, zum freien Verkehre zugelassen werden. Die Bezirksbehörde kann die Benutzung solcher Tiere innerhalb der Ortsgemarkung unter angemessener Vorsicht gestatten, solange sie gesund sind.

Die Bezirksbehörde kann auch die Tötung rotzverdächtiger Tiere anordnen: wenn das Vorhandensein der Krankheit von dem beamteten Tierarzt auf Grund der erhobenen Umstände oder der vorliegenden Anzeichen für wahrscheinlich erklärt wird, oder wenn unter den obwaltenden Umständen durch anderweitige, diesem Gesetz entsprechende Maßregeln ein wirksamer Schutz gegen die Weiterverbreitung der Krankheit nicht erreicht werden kann.

Werden der Absperrung unterworfene rotzverdächtige Tiere in verbotswidriger Benutzung oder außerhalb der ihnen angewiesenen Räumlichkeit oder an Orten, zu denen der Zutritt für sie verboten ist, betroffen, so kann die Ortsbehörde ihre sofortige Tötung anordnen.

Die Kadaver gefallener oder getöteter rotzkranker Tiere sind mit Haut und Haar unschädlich zu beseitigen (§ 29).

5. Pockenseuche.

Nach mehrjähriger Pause ist die Pockenseuche der Schafe 1907 wieder aufgetreten. Es waren in diesem Jahre 90 Schafe in 1 Gemeinde daran erkrankt. Im Jahre 1908 erkrankten in 3 Gemeinden 408, im Jahre 1909 in 1 Gemeinde 69 und im Jahre 1910 in 37 Gemeinden 8177 Schafe an den Pocken.

Ist die Absonderung und Absperrung der kranken Tiere von den gesunden nicht durchführbar, oder hat die Krankheit unter der Hand eine größere Verbreitung erlangt, so ist die Notimpfung der noch seuchenfreien Stücke auszuführen.

Besteht die Gefahr der Verschleppung des Ansteckungsstoffs in benachbarte Herden, so kann von der Bezirksbehörde die Impfung der von der Seuche bedrohten Herden angeordnet werden.

Der Eigentümer einer Schafherde darf deren Schutzimpfung nur mit Einwilligung der Bezirksbehörde vornehmen lassen.

Die geimpften Schafe sind rücksichtlich der veterinärpolizeilichen Maßregeln wie die pockenkranken zu behandeln.

Das Schlachten pockenkranker Schafe zum Zwecke des Fleischgenusses ist verboten (§ 30).

6. Beschälseuche und Bläschenausschlag.

Bläschenausschlag ist im Jahre 1910 bei 2 Pferden in 2 Gemeinden vorgekommen.

Pferde, die an der Beschälseuche leiden, dürfen zum Belegen nicht zugelassen werden.

Stuten, die mit der Seuche behaftet waren, sind selbst dann, wenn sie wieder hergestellt erscheinen, bleibend von der Nachzucht ausgeschlossen und deshalb zur Kenntlichmachung an der linken Halsseite mit einem Brandzeichen zu versehen.

Beschälhengste, von denen erwiesenermaßen Stuten angesteckt worden sind, oder bei denen sich das Vorhandensein von Beschälseuche bestimmt nachweisen läßt, oder welche Stuten gedeckt haben, die zur Zeit des Belegens schon krank waren, sind zu kastrieren.

Tritt die Beschälseuche in größerer Verbreitung auf, so ist vom Minister für Volkswirtschaft nach Maßgabe der Verhältnisse entweder das Belegen durch Landes- oder Privatbeschäler einzustellen, oder die Zulassung der Pferde zum Belegen von einer vorausgegangenen Untersuchung durch den Amtstierarzt abhängig zu machen.

In Bezirken, in denen die Beschälseuche geherrscht hat, ist vor Beginn der Deckzeit des folgenden Jahres eine tierärztliche Revision des Gesundheitszustandes sämtlicher Zuchtpferde zu veranlassen, und es dürfen nur jene Pferde zum Decken zugelassen werden, die hierbei vollkommen gesund befunden worden sind.

Pferde und Rinder, die mit dem Bläschenausschlag an den Geschlechtsteilen behaftet sind, müssen für die Zeit der Krankheit vom Decken ausgeschlossen werden (§ 31).

7. Räude.

Von Räude waren befallen in den Jahren:

1906	12	Pferde	in	4	Gemeinden,
1907	3	„	„	2	„ ,
1908	5	„	„	3	„ ,
1909	—	—		—	— ,
1910	29	„	„	4	„ .

Räudekranke Pferde sind der tierärztlichen Behandlung zu unterziehen.

In hohem Grade räudige, vom Tierarzt als unheilbar erklärte Pferde sind zu töten.

Pferde, die mit räudigen Pferden derartig in Berührung gekommen sind, daß hierdurch eine Übertragung der Krankheit erfolgt sein kann, sind 4 Wochen lang unter tierärztliche Beobachtung zu stellen. Die Bezirksbehörde kann die Benutzung solcher Tiere innerhalb der Ortsgemarkung unter der nötigen Vorsicht gestatten, solange sie gesund sind (§ 32).

Räudekranke Schafe sind, wenn der Eigentümer nicht ihre Tötung vorzieht, der tierärztlichen Behandlung zu unterwerfen (§ 33).

8. Tollwut.

Die Tollwut tritt alljährlich bei verschiedenen Haustieren, insbesondere bei Hunden auf. Die Gesamtzahl der an der Seuche erkrankten Tiere belief sich in den Jahren:

1906 auf 36 Hunde, 3 Rinder, 6 Schafe, 1 Esel in 33 Gemeinden,
1907 auf 59 Hunde, 1 Pferd, 15 Rinder, 4 Schweine in 47 Gemeinden,
1908 auf 67 Hunde, 1 Katze, 1 Pferd, 6 Rinder in 53 Gemeinden,
1909 auf 52 Hunde, 2 Katzen, 1 Pferd, 4 Rinder, 2 Schweine in 46 Gemeinden,
1910 auf 54 Hunde, 4 Rinder, 1 Schaf, 4 Schweine in 31 Gemeinden.

Jedermann ist verpflichtet, ein ihm gehöriges oder anvertrautes Tier, an dem Kennzeichen der Wut oder auch nur solche wahrzunehmen sind, die den Wutausbruch besorgen lassen, sofort durch Tötung oder Absonderung ungefährlich zu machen und zugleich einem approbierten Tierarzt oder der Ortsbehörde Anzeige zu erstatten.

Tiere mit Erscheinungen, die vermuten lassen, daß die Wut ausbrechen könnte, sind für den Fall, daß sie vollkommen sicher verwahrt werden können, und der Eigentümer deren Tötung nicht vorzieht, tierärztlich zu beobachten.

Frei umherlaufende und nicht vollkommen sicher zu verwahrende Tiere dieser Art sind zu töten.

Ohne Ausnahme zu töten sind auch die Tiere, bei denen die Wut ausgebrochen ist, ebenso alle Hunde und Katzen, die mit wutkranken Tieren in Berührung gekommen sind.

Von einem wütenden Tier gebissene und andere Haustiere sind, wenn der Eigentümer nicht die sofortige Tötung vorzieht, abzusondern, unter Aufsicht zu halten, und, sobald sich an ihnen Spuren der Wut zeigen, sogleich zu töten.

Gebissene Rinder und Pferde müssen 4 Monate, Schafe, Ziegen und Schweine 3 Monate lang nach dem Bisse abgesondert und beaufsichtigt bleiben.

Wenn die Ortsbehörde von dem Umherschweifen eines wutkranken oder wutverdächtigen Tieres Kenntnis erlangt, so hat sie sogleich dessen Tötung oder Einfangung zu veranlassen und die benachbarten Ortsbehörden von dem Tatbestande zu verständigen.

In Gegenden, die von wutkranken oder wutverdächtigen Hunden durchstreift wurden, oder in denen die Wutkrankheit verbreitet ist, kann angeordnet werden, daß die Hunde an die Kette gelegt oder mit einem sicheren Maulkorb versehen oder an der Leine geführt, und daß umherlaufende Hunde bei Nichtbeobachtung dieser Anordnung getötet werden.

Zur Vertilgung gewisser Gattungen von Tieren (Hunden, Füchsen, Wölfen u. dergl.), unter denen die Wutkrankheit herrscht, können von der Bezirksbehörde Jagden und Streifen angeordnet werden.

Das Schlachten wutkranker Tiere, jeder Verbrauch und Verkauf einzelner Teile derselben oder ihrer Erzeugnisse ist verboten.

Die Kadaver der gefallenen oder wegen dieser Krankheit getöteten wutkranken oder verdächtigen Tiere dürfen nicht abgehäutet werden und sind daher mit Haut und Haar unschädlich zu beseitigen.

Die Öffnung der Kadaver darf nur von approbierten Tierärzten oder in Ermangelung solcher von Ärzten vorgenommen werden (§ 34).

9. Ansteckende Krankheiten der Schweine.

Unter den Schweinen ist die Schweinepest (Schweineseuche) dauernd verbreitet. Es waren insgesamt daran erkrankt in den Jahren:

1906	. . .	3608	Schweine	in 57	Gemeinden,
1907	. . .	938	„	„ 26	„
1908	. . .	45	„	„ 3	„
1909	. . .	124	„	„ 5	„
1910	. . .	1428	„	„ 32	„

Zur Bekämpfung des Rotlaufs der Schweine und der Schweinepest sind besondere Vorschriften erlassen durch Verordnung des Ministers des Innern und des Finanzministers vom 18./30. August 1895.

c) Bestreitung der Kosten. Strafbestimmungen. Berufungen.

Die durch die Maßnahmen gegen die Tierseuchen erwachsenden Kosten fallen teils dem Staate, teils den Gemeinden, teils dem Vieheigentümer zur Last.

Der Staatsschatz hat die Kosten zu tragen, die durch die Überwachung oder Sperrung der Grenze gegen die Nachbarschaft; durch die Erhebungen zur Feststellung ansteckender Tierkrankheiten; durch die amtlichen Interventionen während der Dauer derselben; durch die Revisionen des Viehstandes in den Grenzbezirken bei drohender Seuchengefahr und durch Entschädigung für getötete Tiere entstehen, soweit sie nicht den Gemeinden obliegende Amtshandlungen betreffen.

Die Gemeinde trägt die Kosten für die wirksame Durchführung der örtlichen Schutz- und Sperrmaßregeln, sowie für die Beseitigung der Kadaver und Abfälle, für das Verscharren und die Verscharrungsplätze.

Der Eigentümer hat für die Kosten aufzukommen, die durch die Beaufsichtigung, Absonderung, Wartung und Behandlung kranker Tiere, durch deren Tötung und die Desinfektion erwachsen (§ 40).

Die Marktberechtigten oder die Unternehmer von Vieh- und Pferdemärkten, Tierauktionen und Tierschauen haben die aus der Beaufsichtigung dieser Veranstaltungen entstehenden Kosten zu bestreiten (§ 41).

Die Unterlassung der Anzeige wird als eine Übertretung mit Gefängnisstrafe bis zu 2 Monaten oder Geldstrafe bis zu 300 Dinar geahndet. Dieser Strafe unterliegt insbesondere auch ein Gemeindevorsteher (oder sein Vertreter), der die ihm obliegende Anzeige eines verdächtigen Krankheitsfalles verabsäumt oder bei Ausstellung von Viehpässen, wenn auch nur aus Fahrlässigkeit, die Unwahrheit bezeugt (§ 42).

Wer den sonstigen Anordnungen, die zur Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten erlassen worden sind, zuwiderhandelt, macht sich eines Vergehens schuldig und ist, wenn die Handlung mit Vorsatz begangen wurde, mit Gefängnis bis zu 1 Jahre oder an Geld bis zu 2000 Dinar zu bestrafen.

Ist infolge des Vergehens Vieh von der Seuche ergriffen worden, so tritt Gefängnisstrafe bis zu 3 Jahren oder Geldstrafe bis zu 4000 Dinar ein.

Im Falle der Fahrlässigkeit ist auf Geldstrafe bis zu 200 Dinar, und wenn durch die Handlung ein Schaden verursacht worden ist, auf Gefängnis bis zu 1 Jahr oder auf Geldstrafe bis zu 2000 Dinar, und wenn der Tod eines Menschen verursacht worden ist, auf Gefängnis von 1 Monat bis zu 3 Jahren zu erkennen (§ 43).

Tiere und tierische Rohprodukte, mit denen das in § 5 bezeichnete Einfuhrverbot umgangen wurde, sind durch die Strafbehörde für verfallen zu erklären. Auf den Verfall kann auf Antrag des Staatsanwalts auch dann erkannt werden, wenn eine Verurteilung nicht stattfindet oder die Verfolgung einer bestimmten Person nicht eingeleitet wird. Die Polizeibehörde kann die erforderlichen Vorkehrungen wegen der Unterbringung und Erhaltung der dem Verfall unterliegenden Gegenstände, soweit

nicht deren Vernichtung auf Grund der bestehenden Vorschriften vorzunehmen ist, treffen und ist berechtigt, mit Erlaubnis des Staatsanwalts die Gegenstände im öffentlichen Versteigerungswege zu veräußern, wenn dies aus öffentlichen Rücksichten geboten erscheint oder die Erhaltung mit unverhältnismäßig großen Kosten verbunden ist (§ 44).

Zugleich mit der Strafe kann auch auf Schadenersatz erkannt werden (§ 47).

Berufungen gegen gesetzliche Anordnungen der Polizeibehörde haben nur dann aufschiebende Wirkung, wenn der Vollzug der Anordnung nach Ansicht der vollziehenden Behörde ohne Gefahr verschoben werden kann, oder wenn es sich um Vollstreckung von Straferkenntnissen handelt (§ 48).

d) Maßregeln zur Verhütung der Weiterverbreitung und zur Tilgung der Rinderpest im Inlande.

Die Rinderpest ist letztmals im Jahre 1882 in Serbien aufgetreten, und zwar in einem einzigen Orte des Bezirkes Matschwa im Kreise Podrinje. Sie war angeblich aus Bosnien eingeschleppt worden und konnte sofort wieder getilgt werden.

Zur Bekämpfung der Rinderpest im Inland sind im Rinderpestgesetz vom 30. März/12. April 1881 außer allgemeinen Vorschriften über Anzeigepflicht, Beibringung von Viehpässen im Viehverkehr, Überwachung des Viehverkehrs, Durchführung der Schlachtvieh- und Fleischbeschau, Überwachung der Abdeckereien, nachstehende Bestimmungen getroffen.

In Zeiten der Rinderpestgefahr kann von der Kreisbehörde für die aus fremden Orten angekauften Rinder vor dem Einstellen unter das einheimische Vieh eine Quarantäne angeordnet werden (§ 12).

Ist in einem Kreise der Ausbruch der Rinderpest amtlich bekannt gemacht, so müssen in den verseuchten und den benachbarten Bezirken von jedem Falle, in dem an einem Rinde Erscheinungen einer innerlichen Krankheit wahrgenommen werden, unverzüglich Anzeige und Weitermeldung erstattet werden. Das Gebiet, für das diese Verpflichtung eintritt, ist unter Anführung der die Verpflichtung zur Anzeige enthaltenden Bestimmungen und unter Hinweis auf die Folgen der Unterlassung in allen beteiligten Gemeinden bekanntzumachen. Diese erweiterte Anzeigepflicht besteht stets in der 30 km breiten Grenzzone und kann von jeder anderen Kreisbehörde auch bei bloßer Gefahr der Einschleppung für den ganzen Kreis oder für einzelne Bezirke in gleicher Weise angeordnet werden (§ 13).

Die Kreisbehörde kann für Personen, die zur Anzeige berechtigt, aber nicht verpflichtet sind, Belohnungen für die erste Anzeige von Rinderpestausbrüchen in bis dahin noch nicht ergriffenen Ortschaften bis zum Betrage von 400 Dinar und für Anzeigen von Übertretungen der Rinderpestvorschriften durch verbotene Einbringung von Rindern bis zum vollen Betrage des reinen Erlöses für die verfallenen Rinder, endlich für Anzeigen von begangenen anderweitigen Übertretungen dieser Vorschriften bis zum Betrage von 200 Dinar festsetzen (§ 14).

Sobald der Gemeindevorsteher von dem Verdacht oder einem ausgesprochenen Falle von Rinderpest Kenntnis erlangt hat, muß er bis zum Eintreffen der Seuchenkommission den Vorfall der Gemeinde und den Nachbargemeinden bekannt geben,

Stall- oder Standortsperre veranlassen, die Entfernung von Rindvieh, Schafen und Ziegen aus dem Orte verbieten und die Einstellung des Weidegangs verfügen (§ 15).

Die Bezirksbehörde hat auf die Anzeige hin einen Polizeibeamten und einen beamteten Tierarzt an Ort und Stelle zu schicken, die mit dem Gemeindevorsteher zusammen die Seuchenkommission bilden. Die Seuchenkommission hat darüber zu befinden, ob Rinderpest vorliegt, und im bejahenden Falle Erhebungen über die Art der Einschleppung und Verbreitung anzustellen. Der Polizeibeamte ist Leiter der Seuchenkommission und hat als solcher die auf Grund des Gesetzes und der Vollziehungsvorschrift durchzuführenden Maßnahmen anzuordnen und für ihre Durchführung Sorge zu tragen (§ 16).

Die Seuchenkommission ist ermächtigt, in Ermangelung eines Kadavers zum Zwecke der Feststellung der Seuche ein krankes, rinderpestverdächtiges Tier töten zu lassen (§ 17).

Die Anempfehlung und Anwendung von Heilmitteln bei der Rinderpest ist verboten. Desinfektionsmittel sind nicht zu den Heilmitteln zu rechnen (§ 18).

Wird durch die Erhebungen die Rinderpest nicht mit Bestimmtheit festgestellt, der Verdacht ihres Bestehens jedoch nicht gänzlich behoben, so hat die Seuchenkommission bis zum Erlaß weiterer Anordnungen die vom Gemeindevorsteher getroffenen Maßregeln anfrechtzuerhalten und außerdem noch folgende Maßnahmen zur Durchführung zu bringen.

1. Der gesamte Bestand des Ortes an Rindern, Schafen und Ziegen ist unter Beobachtung der nötigen Vorsichtsmaßregeln aufzunehmen und auf seinen Gesundheitszustand hin zu besichtigen.

2. Die Gehöfte und Standorte, in denen sich verdächtige oder mit diesen in Berührung gekommene Tiere befinden, sind unter Beachtung der Bestimmungen des § 20, Ziffer 7 gesperrt zu halten; für die betreffenden Tiere sind eigene Wärter zu bestellen.

3. Jeder Fall von Erkrankung oder Tod eines Stückes der erwähnten Tiergattungen ist unverzüglich anzuzeigen. Solange die Seuchenkommission im Orte anwesend ist, hat die Anzeige an diese zu erfolgen.

4. Gefallene Tiere dürfen weder verscharrt noch sonstwie beseitigt werden, ehe die Natur der Krankheit festgestellt ist. Bis dahin ist jede Berührung der Kadaver durch Menschen und Tiere zu verhindern. Nach dem Ermessen der Seuchenkommission kann die Obduktion jedes gefallenen Tieres vorgenommen werden. Im übrigen sind die Kadaver gefallener oder getöteter Tiere unschädlich zu beseitigen.

5. Die Schlachtung von Rindvieh aus unverdächtigen Stallungen oder Standorten darf nur mit Zustimmung der Seuchenkommission und unter Aufsicht eines Tierarztes stattfinden. Für die Verwertung des Fleisches und der Haut eines nach der Schlachtung von dem Tierarzt als gesund erkannten Tieres gelten die Bestimmungen des § 20, Ziffer 3 und 4. Finden sich an dem geschlachteten Tiere auch nur die geringsten Erscheinungen der Rinderpest, so ist gemäß § 20, Ziffer 2 zu verfahren.

Ergibt sich der Verdacht der Rinderpest auf Schlachtviehmärkten oder in Schlachthäusern, so ist die Absonderung der verdächtigen Tiere nach den das Viehmarktwesen (s. dieses) betreffenden Bestimmungen (§ 9) des allgemeinen Viehseuchengesetzes zu veranlassen (§ 19).

Wird durch die Erhebungen das Bestehen der Rinderpest sichergestellt, so haben bezüglich des verseuchten Hofes (Besitzung, Stall, Standort) folgende Anordnungen zur Ausführung zu kommen:

1. Alle pestkranken sowie alle jene Rinder, die mit pestkranken Tieren in demselben Stalle oder Standort untergebracht oder sonstwie mit ihnen unmittelbar oder durch gemeinschaftliche Wärter, Futter, Gerätschaften, Tränken und dergl. mittelbar in Berührung waren, sind unter Aufsicht der Seuchenkommission unverzüglich zu töten.

Der Seuchenkommission steht es auch zu, die Tötung von Rindvieh, das sich in einem andern Standorte desselben Hofes oder in der nächsten Umgebung desselben auch in anderen Höfen befindet, zu verfügen, wenn die Möglichkeit der Ansteckung wahrscheinlich ist.

2. Die an Pest gefallenen und die getöteten pestkranken Rinder sind sofort auf thermischem oder chemischem Wege unschädlich zu machen oder nach kreuzweiser Durchschneidung der Haut genügend tief zu vergraben. Die Entfernung irgend eines Teiles der Tiere ist verboten.

Die Verscharrungsplätze (s. Viehseuchengesetz) sind gegen Zutritt entsprechend zu sichern und zu bewachen.

3. Das Fleisch von Rindern, die wegen des Verdachts der Rinderpest getötet und nach der Schlachtung gesund befunden worden sind, darf unter angemessenen, im Verordnungswege vorzuschreibenden Sicherheitsmaßregeln entweder im Seuchenorte selbst verbraucht oder nach größeren Verbrauchsorten zwecks Verwertung ausgeführt werden.

4. Die Häute der unter 3. bezeichneten Rinder dürfen, wenn sie unverzüglich durch Einlegen in Kalklauge desinfiziert worden sind, zum Zwecke sofortiger Verarbeitung in Gerbereien unter Aufsicht weggebracht werden.

5. Wenn in verseuchten Rinderstallungen, aus denen sämtliche Rinder zum Zweck der Seuchentilgung gekeult wurden, Schafe und Ziegen in geringer Zahl sich befinden, so sind auch diese zu töten. Das weitere Verfahren mit den getöteten Tieren hängt wie bei den Rindern von dem tierärztlichen Befunde vor und nach der Tötung ab.

Größere Schafherden, die in besonderen, aber mit den verseuchten Rinderställen in Verbindung stehenden Ställen untergebracht sind, dürfen geteilt, müssen aber hierauf 21 Tage lang abgesperrt und beobachtet werden. Hunde, Katzen, Federvieh und andere kleine Haustiere sind außerhalb der Rinderstallungen eingeschlossen zu halten. Tiere der genannten Arten, die sich in den verseuchten Rinderstallungen befunden haben, aber im Freien angetroffen werden, sind zu töten und zu vernichten.

6. Der Hof, in dem sich seuchenkranke oder mit ihnen in Berührung gekommene Rinder, Schafe oder Ziegen befinden oder befunden haben, ist durch Auf-

stellung von Wachen, nötigenfalls mit Hilfe von Militär, abzusperren und durch die Aufschrift „Rinderpest" kenntlich zu machen.

7. Ohne besondere Erlaubnis der Seuchenkommission dürfen nur Sicherheitsorgane und Gerichtspersonen, Geistliche, Ärzte und Hebammen in Ausübung ihrer Berufspflichten in das verseuchte Gehöft eingelassen werden.

Dagegen darf ohne Erlaubnis kein Gegenstand aus dem verseuchten Gehöft herausgebracht werden und kein Bewohner des Gehöftes mit den übrigen Ortsbewohnern verkehren oder das Gehöft verlassen.

8. Alle Personen, die das verseuchte Gehöft verlassen, haben sich beim Austritt einer sorgfältigen, vorzüglich auf die Fußbekleidung Rücksicht nehmenden Reinigung zu unterziehen.

9. Die Orte, an denen rinderpestkranke Tiere sich aufgehalten haben, ebenso die mit solchen Tieren in Berührung gekommenen Gegenstände, ferner die von ihnen stammenden Abfälle sind unverzüglich vorschriftsmäßig zu reinigen und zu desinfizieren. Können diese Gegenstände nicht desinfiziert werden oder sind sie wertlos, so sind sie zu vernichten.

10. Ebenso sind Kleidungsstücke der mit den kranken oder toten Tieren und bei dem Desinfektionsverfahren beschäftigt gewesenen Personen zu desinfizieren oder, wenn sie wertlos sind, zu verbrennen. Diese Personen haben ihren Körper einer gründlichen Reinigung zu unterziehen.

11. Die Desinfektion muß unter sachverständiger Aufsicht ausgeführt werden (§ 20).

Der Ausbruch der Rinderpest ist bekannt zu machen. Die Bezirksbehörde hat ihn in ihrem Bezirke bekannt zu geben und die benachbarten Bezirke hiervon zu verständigen. Es hat auch eine Benachrichtigung solcher Gemeinden zu erfolgen, nach denen eine Verschleppung des Ansteckungsstoffes möglicherweise stattgefunden haben konnte. Sofern der verseuchte Ort nicht über 75 km von der Staatsgrenze entfernt liegt, ist auch die zuständige Behörde des benachbarten Staatsgebietes von dem Seuchenausbruch in Kenntnis zu setzen.

Die Kreisbehörde hat die Bekanntmachung des Seuchenausbruches in ihrem Verwaltungsgebiet zu veranlassen und hiervon auch die benachbarten, sowie jene Kreisbehörden zu verständigen, mit denen ein bedeutender und unmittelbarer Verkehr aus den verseuchten Gegenden stattfindet. Bei Rinderpestfällen der in § 32 bezeichneten Art (in einer Herde auf einem Schiffs- oder Eisenbahntransporte, auf einem Schlachtviehmarkt oder in einem öffentlichen Schlachthause) hat die Verständigung nach allen Richtungen hin zu erfolgen, bezüglich deren die Gefahr einer Verschleppung angenommen werden kann.

Sämtliche Anzeigen und Bekanntmachungen der Rinderpest haben sofort zu erfolgen und sind durch die Kreisbehörde dem Ministerium für Volkswirtschaft unverzüglich zur Kenntnis zu bringen (§ 21).

Jede verseuchte Ortschaft ist als solche für jedermann kenntlich zu machen. Außer den vorgenannten Bestimmungen sind darin noch nachfolgende Maßregeln zur Ausführung zu bringen.

1. Schafe und Ziegen sind für die Dauer der Seuche aus den Rinderstallungen zu entfernen.

2. Alle Haustiere, mit Ausnahme der Pferde, sind außerhalb der Rinderstallungen eingeschlossen zu halten. Umherlaufende Hunde und Katzen sind zu töten.

3. Personen, die den Seuchenort verlassen, haben sich den Bestimmungen des § 20, Ziffer 7 und 8 zu unterziehen.

4. Aus seuchenfreien Stallungen ist täglich der Dünger zu entfernen.

5. Die Abhaltung von Vieh- und anderen Märkten und von sonstigen größeren Ansammlungen von Menschen und Tieren ist zu untersagen. Ebenso kann den Bewohnern des verseuchten Ortes die Teilnahme an solchen Versammlungen außerhalb des Seuchenortes untersagt werden.

6. Rinder, Schafe und Ziegen dürfen nur insoweit in den Seuchenort eingelassen werden, als es zur Verproviantierung notwendig ist.

7. Die Durchfuhr von Rindern, Schafen, Ziegen und tierischen Rohprodukten auf der Eisenbahn und auf Schiffen ist nur unter Beobachtung von Schutzmaßregeln, welche die Gefahr der Verschleppung ausschließen, zulässig.

8. Die Aus- und Durchfuhr von Heu, Stroh und andern zur Verschleppung des Ansteckungsstoffes geeigneten Gegenständen ist verboten.

Heu und Stroh darf als Verpackungsmittel für Industrieerzeugnisse nur in desinfiziertem Zustand verwendet werden. Nach dem Auspacken ist es sofort zu verbrennen.

9. Bei größerer Verbreitung der Seuche in einer Ortschaft kann diese ganz oder teilweise mit einem, nötigenfalls militärischen, Kordon umgeben und noch strengeren Verkehrsbeschränkungen unterworfen werden.

10. Tritt die Seuche zu einer Zeit auf, in der Feldarbeiten im Gange sind, so können die angeordneten Sperrmaßregeln an die Grenze der Feldmark verlegt (Flursperre) und den Ortsbewohnern, deren Höfe noch seuchenfrei sind, der Betrieb der Feldarbeit mit ihren Gespannen mit der nötigen Vorsicht gestattet werden. (§ 22).

Die Bezirksbehörde oder deren abgeordnete Organe haben die im § 20 genannten Maßregeln anzuordnen und für deren Ausführung Sorge zu tragen. Verantwortlich für die genaue Durchführung der angeordneten Maßregeln ist die Gemeindebehörde. Die Gemeindebehörde ist in der Ausführung der Maßnahmen von der Bezirksbehörde zu überwachen (§ 23).

Kommt die Rinderpest in größeren Städten oder ausgedehnten Ortschaften nur an einzelnen Punkten zum Ausbruch, so kann die Seuchenkommission nach Maßgabe der örtlichen Verhältnisse die Aufnahme des Viehstandes sowie die Absperrungs- und Sicherungsmaßregeln auf einzelne Teile der Stadt oder der betreffenden Ortschaft oder auf den Seuchenhof oder selbst auf den verseuchten Stall beschränken (§ 24).

Verseuchte Gehöfte, die isoliert, d. h. mindestens 500 Meter von allen anderen Wohnstätten und Gehöften entfernt liegen, können, wenn die örtlichen Verhältnisse es gestatten, als besondere Seuchenorte behandelt werden. In diesem Falle ist die Sperre auf die betreffenden Gemeinden nicht auszudehnen, vorausgesetzt, daß sie seuchenfrei sind (§ 25).

Herrscht die Rinderpest in einem Orte, mit Ausnahme größerer Städte, in denen die Ausnahmebestimmungen des § 24 Platz greifen, so ist von der Bezirksbehörde, nötigenfalls im Einvernehmen mit den benachbarten Bezirksbehörden, nach den örtlichen Verhältnissen ein in der Regel nicht unter 20 km vom Seuchenorte sich erstreckender Umkreis (Seuchenbezirk) zu bestimmen, in dem nachfolgende Vorschriften zu gelten haben:

1. Der Bestand an Rindern, Schafen und Ziegen ist von den Gemeindevorstehern aufzunehmen, zu besichtigen und laufend zu kontrollieren. Erforderlichenfalls sind diese Tiere mit Brandzeichen zu versehen. Jede Änderung im Viehbestande ist dem Gemeindevorsteher anzuzeigen.

2. Jeder Fall von Erkrankung und Tod eines Stückes dieser Tiergattungen ist unverzüglich dem Gemeindevorsteher (§ 13) und von diesem der Bezirksbehörde oder bei Anwesenheit der Seuchenkommission im verseuchten Bezirke der letzteren anzuzeigen.

3. Gefallene Tiere sind dort, wo sie verendet sind, sorgfältig zuzudecken und bis auf weiteres unter Vermeidung jeder Berührung liegen zu lassen. Die Seuchenkommission kann die Obduktion jedes gefallenen Wiederkäuers zur Feststellung der Krankheit anordnen.

4. Die Ein- und Durchfuhr von Rindern, Schafen und Ziegen, sowie die Durchfuhr von Rauhfutter und Stroh bedarf der besonderen Genehmigung der Kreisbehörde.

5. Die Durchfuhr solcher Tiere auf Eisenbahnen und Schiffen ist nur unter Beobachtung von Schutzmaßregeln, die die Gefahr einer Verschleppung der Seuche ausschließen, zulässig.

6. Viehmärkte dürfen in den größeren Städten des Seuchenbezirks nur mit besonderer Bewilligung der Kreisbehörde und unter der Bedingung abgehalten werden, daß alle auf den Markt gebrachten Wiederkäuer diesen nur verlassen können, um unmittelbar zum Schlachthof desselben Ortes gebracht zu werden.

7. Die Ausfuhr von Rindern, Schafen und Ziegen, von roher Schafwolle, ungeschmolzenem Talg, Hörnern, Klauen, Rauhfutter, Stroh, Streumaterialien und Dünger aus dem Seuchenbezirke ist untersagt.

8. Nur ausnahmsweise, unter Verhältnissen, die eine besondere Berücksichtigung erheischen, darf die Ausfuhr von Schlachtvieh, Rauhfutter und Stroh von der Bezirksbehörde unter entsprechender Kontrolle und mit Zustimmung der Bezirksbehörde des betreffenden Bezugsortes, oder mit Zustimmung der betreffenden Kreisbehörde, wenn es sich um Ausfuhr in einen anderen Kreis handelt, gestattet werden.

9. Auf das Fleisch und die Häute von Rindern, Schafen und Ziegen, die innerhalb des Seuchenbezirks in gesundem Zustand oder wegen des Verdachts der Rinderpest getötet und nach der Schlachtung vom Tierarzt gesund befunden worden sind, finden die Bestimmungen des § 20, Ziffer 3 und 4 Anwendung.

10. Den an die verseuchten Orte angrenzenden Ortschaften ist, wenn die Gefahr der Ansteckung befürchtet werden muß, von der Polizeibehörde der Weidebetrieb zu verbieten (§ 26).

Sind mehrere benachbarte Orte verseucht, so ist ein gemeinschaftlicher Seuchenbezirk festzusetzen und öffentlich bekannt zu machen. Ist die Rinderpest über einen größeren Landstrich verbreitet, so ist das Seuchengebiet in kleinere Seuchenbezirke zu teilen und in jedem eine Seuchenkommission zu ernennen. Die Oberleitung der Seuchentilgung in dem verseuchten Gebiete ist in einem solchen Falle einem vom Minister für Volkswirtschaft zu bestimmenden Kommissar zu übertragen. Die Einhaltung der anläßlich der Bildung von Seuchenbezirken eintretenden Verkehrsbeschränkungen ist nötigenfalls durch Aufstellung eines militärischen Kordons zu sichern (§§ 27, 29).

Bestehen im Lande nur in einer Gegend wenige vereinzelte Seuchenorte, so unterliegt der Verkehr der nicht in Seuchenbezirke fallenden Teile des Landes untereinander und mit dem Ausland keiner weiteren Beschränkung. Herrscht die Rinderpest in einem Kreise in größerer Verbreitung oder in mehreren zerstreuten Seuchenorten, so haben gegenüber diesem Kreise nach Maßgabe der Einschleppungsgefahr die Bestimmungen der §§ 1 bis 5 unter Berücksichtigung der die Verwertung des Fleisches und der Häute betreffenden Bestimmungen des § 20, Ziffer 3 und 4 sinngemäße Anwendung zu finden. Ein allgemeines Einfuhrverbot und die Grenzsperre (§ 3) kann jedoch dem verseuchten Kreise gegenüber nur unter Zustimmung des Ministeriums für Volkswirtschaft angeordnet werden. Ist die Einfuhr aus dem verseuchten Kreise auf die im § 4 genannten Transporte von Schlachtvieh und bestimmten tierischen Rohprodukten beschränkt worden, so darf Nutzvieh (Zucht-, Arbeits-, Milch- oder Jungvieh) aus den nicht verseuchten Gegenden des verseuchten Kreises in einen anderen Kreis nur im Falle dringenden Bedarfs mit Bewilligung der betreffenden Kreisbehörde und unter den von dieser festgesetzten Bedingungen eingeführt werden. Dieses Vieh muß bei seiner Ankunft am Bestimmungsorte jedenfalls in 10tägiger Quarantäne auf Kosten des Eigentümers tierärztlich beobachtet werden (§ 30).

Die Rinderpest ist in einem Gehöft oder in einer Ortschaft als erloschen zu erklären, wenn während 20 Tagen nach dem letzten Todesfall an Rinderpest oder wegen Verdachts dieser Krankheit kein neuer derartiger Erkrankungsfall vorgekommen, und in allen Fällen die Desinfektion nach Maßgabe der Ausführungsbestimmungen vollzogen worden ist. Der Bezirksbehörde bleibt vorbehalten, selbst nach vollständiger Desinfektion eines Gehöfts oder Ortes und nach Beseitigung der Sperre die Wiederbesetzung der verseucht gewesenen Ställe noch für eine angemessene Zeit zu verbieten. Weideplätze, die von pestkrankem oder verdächtigem Vieh benutzt worden sind, dürfen erst nach einer weiteren von der Behörde zu bestimmenden Frist wieder benutzt werden (§ 31).

Wenn die Rinderpest in einer Herde auf einem Schiffs- oder Eisenbahntransport oder auf dem Marsche amtlich konstatiert ist, so sind alle Tiere dieser Herde, die kranken und die gesunden, sobald als möglich zu töten. Bezüglich der getöteten Tiere und der mit den kranken und verdächtigen Tieren beschäftigten Personen haben die Bestimmungen des § 20 Anwendung zu finden.

Wird die Rinderpest auf einem Schlachtviehmarkt oder in einem öffentlichen Schlachthaus festgestellt, so ist, falls nicht daselbst ausreichende Vorkehrungen gegen

die Verschleppung des Ansteckungsstoffs und dessen Übertragung auf andere Tiere getroffen sind, der Abtrieb der daselbst befindlichen Wiederkäuer einzustellen und deren Tötung zu verfügen. Im übrigen ist nach den Bestimmungen des § 20 vorzugehen (§ 32).

Pest bei Schafen und Ziegen.

Auf die Pest bei Schafen und Ziegen finden die für die Rinderpest vorgeschriebenen Maßregeln sinngemäße Anwendung (§ 33).

Bestreitung der durch Vorkehrungen gegen die Rinderpest erwachsenden Kosten.

Aus der Staatskasse sind zu bestreiten die Auslagen für:

1. Die Überwachung oder Sperre der Grenze gegen die Nachbarstaaten.
2. Die Aufstellung von Viehbeschaukommissionen.
3. Die Belohnungen für Anzeigen von Seuchenausbrüchen oder von Übertretungen der Rinderpestvorschriften.
4. Die nach § 34 zuständigen Entschädigungen der Eigentümer (siehe besonderen Abschnitt) und das Tötungsgeschäft überhaupt.
5. Die kommissionellen Amtshandlungen der von den politischen Behörden abgeordneten Organe, insbesondere auch anläßlich der Aufnahme und Kontrolle der Evidenzhaltung des Viehstandes in den Grenzbezirken (§§ 6 und 9).
6. Die Revisoren (§ 9).
7. Die Kosten für die Aufstellung eines Kordons an den Grenzen des Staates, sowie die Kosten der Absperrung im Innern des Landes.

Die Gemeinden bestreiten die Ausgaben für die örtlichen Sicherungsmaßregeln, die Entfernung und die unschädliche Beseitigung der Kadaver, ferner für die Verscharrungsplätze und das Verscharren (§ 20 Ziffer 2).

Der Eigentümer hat die Kosten für die Desinfektion der Höfe und Stallungen zu tragen. Für die tierärztliche Beschau an den Ein- und Ausladestationen der Eisenbahnen und Schiffe können mit Genehmigung des Ministers für Volkswirtschaft angemessene Taxen von den zur Zahlung der Fracht Verpflichteten erhoben werden (§ 36).

e) Maßregeln zur Unterdrückung und Tilgung der Geflügelcholera im Inlande.

Durch Rundschreiben des Ministers für Volkswirtschaft, betreffend Maßnahmen gegen die Geflügelcholera, sind nachstehende Bestimmungen für die Bekämpfung der Seuche im Inland getroffen.

Es ist verboten, seuchenkrankes oder seuchenverdächtiges Geflügel in den Verkehr zu bringen (§ 2).

Wenn in einem Gehöft das ganze Geflügel eingegangen oder getötet worden ist, oder wenn seit dem Eingehen des letzten kranken Tieres oder dessen Genesung 8 Tage verflossen sind, so sind die Geflügelställe und Höfe zu desinfizieren; darnach kann die Seuche als erloschen betrachtet werden (§ 6).

Wenn bei einem zu Wagen oder durch Trieb beförderten Transport ein Tier während der Reise unter verdächtigen Erscheinungen erkrankt oder eingeht, so ist

die Reise sofort zu unterbrechen. Ferner ist die Anzeigepflicht zu erfüllen, und es sind die zur Verhütung und Verschleppung der Seuche vorgeschriebenen Maßnahmen durchzuführen. Sowohl die Transportwagen, als auch alle anderen Gegenstände, die mit dem Geflügel in Berührung waren, sind zu desinfizieren (§ 7).

Eisenbahnwagen, Schiffe und Kähne müssen nach jedem darin erfolgten Geflügeltransport in der Weise desinfiziert werden, wie es für jene Eisenbahnwagen und Schiffe, die für den Viehtransport gedient haben, vorgeschrieben ist. Das Verladen von Geflügel ist nur in gut gereinigten und desinfizierten Eisenbahnwagen, Schiffen und Kähnen gestattet. Alles dies gilt auch für Wagen, Hühnersteigen und alle anderen Transportmittel für den Versand von Geflügel (§ 8).

Die Kreispolizeibehörde ist berechtigt, auf Vorschlag des Kreistierarztes zur Verhinderung der Verbreitung der Geflügelcholera anzuordnen, daß das für den Handel bestimmte Geflügel nur in solchen Wagen, Körben und dergl. transportiert werde, aus denen keine Exkremente, Abfälle usw. herausfallen können. Die Präfektur kann auf Antrag des Tierarztes und aus besonderen Gründen die Lagerplätze, auf denen Geflügel für den Handel gehalten wird, auf Stellen weisen, wohin kein anderes Geflügel kommt. Die Kreistierärzte und die bei der Präfektur in Belgrad angestellten Tierärzte sind verpflichtet, ein Namensregister der Geflügelhändler zu führen und von Fall zu Fall die Geflügelställe und das Geflügel selbst von Amts wegen zu untersuchen (§ 9).

Falls in einer Gegend die Geflügelcholera größere Ausdehnung annehmen sollte, kann die Präfektur auf Vorschlag des Kreistierarztes die Verfügung treffen, daß nicht nur die Nachbarhöfe des infizierten Hofes, sondern ganze Ortsteile, ja selbst ganze Gemeinden gesperrt werden. Die Präfektur hat eine solche Verfügung sofort dem Volkswirtschaftsministerium anzuzeigen (§ 10).

C. Impfstoffe.

Impfstoffbereitungsanstalten besitzt Serbien nicht. Die benötigten Impfstoffe werden aus Deutschland, Ungarn und Frankreich bezogen.

D. Staatliche Entschädigung bei Verlusten durch Viehseuchen. Ersatz für polizeilich getötete Tiere.

Für Verluste durch Viehseuchen wird Entschädigung gewährt. Die Art der Entschädigung richtet sich nach den Bestimmungen des „Gesetzes über die Viehversicherung“.

Für Tiere, die auf polizeiliche Anordnung wegen einer Viehseuche getötet wurden, ist nach § 36 ff. des „Gesetzes, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten“ und § 34 des Gesetzes, betreffend die Abwehr und Tilgung der Rinderpest (s. o.), Entschädigung zu leisten.

Nach dem Viehseuchengesetz ist durch die Staatskasse der gemeine Wert zu vergüten für diejenigen Tiere, die auf polizeiliche Anordnung hin zum Zwecke der Feststellung des Vorhandenseins einer ansteckenden Tierkrankheit getötet werden, ferner für Tiere, die wegen Rotzverdachts getötet werden, sich nach der Tötung aber als frei von Rotz erweisen.

Das Rinderpestgesetz sieht im § 34 eine Entschädigung für alle auf amtliche Anordnung der Seuchenkommission getöteten Rinder, Schafe und Ziegen, sowie die bei der amtlich angeordneten Desinfektion vertilgten Gegenstände, ausgenommen den Dünger, vor. Das Recht auf Entschädigung geht verloren:

Wenn dem Eigentümer der Tiere ein Verschulden an der Einschleppung der Rinderpest zur Last fällt; bei Unterlassung der Anzeige; wenn unter dem aus fremden Ländern oder einem Seuchenbezirk eingeführten Vieh oder in dem Viehbestand eines Gehöfts, in das solches Vieh eingestellt wurde, innerhalb 10 Tagen nach der Einfuhr die Rinderpest ausbricht; für Rinder, die in einen verseuchten Bezirk eingeführt worden sind und vor Auflassung desselben getötet werden müssen.

Der Wert ist vor der Tötung durch Schätzung festzustellen. Die Schätzungskommission hat aus drei Schätzern, nämlich zwei hierzu besonders beeidigten Vertrauensmännern, die vom Gemeindeamte zu wählen sind, und einem Organe der Polizeibehörde zu bestehen. Die Entscheidung über eine zu leistende Entschädigung für polizeilich getötete Tiere ist von der Kreispolizeibehörde zu treffen. Hiergegen kann beim Ministerium des Innern Berufung eingelegt werden.

E. Zustandekommen der Viehseuchen-Statistik.

Jede Gemeindeverwaltung erstattet allwöchentlich der zuständigen Bezirksbehörde einen Bericht über den Gesundheitszustand des Viehes in ihrer Gemeinde und über den Stand der Viehseuchen, soweit solche vorhanden sind. Die Bezirksbehörden erstatten auf Grund dieser Gemeindeberichte Meldung an die ihnen vorstehenden Kreisbehörden, die wieder an das Ministerium für Volkswirtschaft berichten. Von hier aus werden die zusammengefaßten Berichte alsdann regelmäßig in Wochenbulletins im Amtsblatte „Srpske Novine" veröffentlicht und Sonderabdrücke hiervon den verschiedenen interessierten Landesbehörden sowie auch den ausländischen diplomatischen und konsularischen Vertretungen zugeschickt.

F. Verhütung der Seuchenverschleppung nach dem Auslande.

Die zur Bekämpfung der Viehseuchen im Inland geltenden Vorschriften kommen mittelbar auch dem Ausland zugute.

Besondere Vorschriften gegen die Verschleppung von Tierseuchen sind nur hinsichtlich der Ausfuhr von Geflügel erlassen, und zwar wird durch Rundschreiben des Ministers für Volkswirtschaft, betreffend Maßregeln gegen die Geflügelcholera, hinsichtlich der Aus- und Durchfuhr von Geflügel folgendes angeordnet:

Transporte von lebendem Geflügel, die für die Ausfuhr bestimmt sind, müssen mit einem Gesundheitszeugnis versehen sein. Dieses stellt der Kreistierarzt aus. Das Zeugnis muß den Vermerk tragen, daß die Gemeinde, aus der das Geflügel stammt, seit 8 Tagen seuchenfrei war. Das in Eisenbahnwagen oder Schiffen zur Verladung gelangende Geflügel wird von den hierzu beorderten Tierärzten untersucht, und der Befund auf dem Zeugnis vermerkt. Das in einer Ausfuhrstation angelangte Geflügel unterliegt der tierärztlichen Untersuchung. Die Weiterbeförderung wird nur dann gestattet, wenn das Geflügel zweifellos für vollkommen gesund befunden worden ist.

Dieser Umstand ist auf dem Zeugnis, dem eine Übersetzung in der Sprache des Bestimmungslandes beigelegt wird, zu vermerken. Ausländisches Geflügel, dessen Durchfuhr von der Einbruchstation bewilligt wurde, unterliegt bei seinem Austritt einer erneuten Untersuchung. Sollte sich bei der Untersuchung auf der Ausfuhrstation ergeben, daß unter der Sendung die Geflügelcholera herrscht, so sind die verendeten Tiere samt den Federn und anderen Abfällen sofort zu verbrennen, und die Sendung ist, falls der Absender nicht imstande ist, sie innerhalb 48 Stunden in der Station selbst oder an einem anderen Platze zu verkaufen, in demselben Eisenbahnwagen an die Abgangsstation zurückzuweisen. Hiervon sind das Volkswirtschaftsministerium und der Tierarzt der Verladestation telegraphisch zu verständigen. Falls die Sendung an eine andere als die ursprüngliche Verladestation zum Verkaufe versendet wird, sind hiervon das Volkswirtschaftsministerium und der Tierarzt des neuen Bestimmungsorts des Transports telegraphisch zu verständigen. Die Ausladung solcher Sendungen geschieht stets unter Aufsicht des Tierarztes, der sodann die weiteren Maßregeln gegen die Verschleppung der Seuche trifft (§ 11).

G. Abdeckereiwesen.

Bestimmungen über das Abdeckereiwesen sind in § 11 des „Gesetzes über die Organisation des Sanitätswesens und über die öffentliche Gesundheitspflege" enthalten. Danach hat der Minister des Innern für Abdeckereien und für das Abdecken die nötigen Vorschriften zu erlassen. Die Kreissanitätsbehörde führt die Aufsicht und läßt den vorschriftsmäßigen Betrieb durch ihren Tierarzt überwachen. Macht sich der Abdecker wegen ordnungswidriger Geschäftsführung zum dritten Male strafbar, so wird ihm die Genehmigung zum Betriebe seines Gewerbes entzogen. Eine veterinär- und sanitätspolizeiliche Überwachung der Wasenmeistereien und Verscharrungsplätze ist auch durch § 13 des Gesetzes, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, vorgeschrieben. Die unschädliche Beseitigung von Tierkadavern geschieht in der Weise, daß sie mit Petroleum oder ähnlich wirkenden Stoffen übergossen und dann vergraben werden.

H. Verwertung tierischer Abfälle.

In Belgrad besteht eine Fabrik, die sich mit der Verarbeitung tierischer Abfälle befaßt und ihre Produkte ausschließlich nach Österreich-Ungarn ausführt. Im übrigen werden Leimleder und Flechsen, soweit ihre Verarbeitung unmöglich ist, zur Verhütung der Fäulnis und späteren Verwertung mit Kalkmilch behandelt.

V. Schlachtvieh- und Fleischbeschau.

A. Öffentliche und private Schlachthäuser.

Die Schlachthäuser in den Städten sind von den Gemeinden errichtet. Private Schlachthäuser für Schlachtungen zur Befriedigung des Inlandsbedarfs an Fleisch gibt es nicht; dagegen bestehen 5 private Schlachthäuser, die als gewerbliche Unternehmungen für die Ausfuhr von Fleisch bestimmt sind.

Durch das „Gesetz, betreffend die Unterstützung von Schlächtereien", vom

28. November 1895 a. St.[1]) können Unternehmern und Gesellschaften, die bereit sind, zeitgemäß eingerichtete Anlagen zur Schlachtung von Vieh und Geflügel jeder Art, sowie zur Verarbeitung des Fleisches zu gründen, nicht unbedeutende Vergünstigungen gewährt werden. Die Erleichterungen, die ganz oder teilweise für den Zeitraum von 10 Jahren geboten werden können, bestehen hauptsächlich in der Befreiung von Zoll und untergeordneten Steuern, Taxen und sonstigen Gebühren, die auf den Zollämtern für die Einfuhr von Maschinen, einzelnen Maschinenteilen, Eisen- und sonstigen Konstruktionen, Gerätschaften usw. sowie für die Einfuhr von allen jenen Gegenständen und Artikeln entrichtet werden, die zum Bau, zur Einrichtung und Inbetriebsetzung einer solchen Fabrik notwendig sind; ferner in der Befreiung von Ausfuhrzoll und allen untergeordneten Gebühren und Taxen, sofern solche bereits bestehen oder erst eingeführt werden sollten, für sämtliche aus den Schlächtereien hervorgegangenen Fabrikate und Halbfabrikate. Den Unternehmungen kann außerdem das Recht des freien Holzfällens in den Staatswäldern zum Zwecke der Errichtung der Fabrikgebäude nebst Zubehör gewährt werden.

Das zur Verarbeitung des rohen Fleisches notwendige Salz kann ihnen zur Hälfte des jeweiligen von der staatlichen Monopolverwaltung bestimmten Preises verkauft werden. Weiterhin können die Schlächtereien von der Entrichtung der direkten Steuern sowie sämtlicher Gemeindeabgaben, denen sonst die Fabrikgebäude und ihr Zubehör unterliegen, befreit werden, so daß sie nur die auf den Reingewinn entfallende Steuer zu entrichten haben. Sie sind berechtigt, im Sinne der vom Verkehrsministerium herausgegebenen Bauvorschriften Eisenbahnen, Straßen und Kanäle zu bauen, die zur Beförderung von Schweinen und Fabrikaten eine unmittelbare Verbindung mit den bestehenden Bahnlinien und Flußhäfen ermöglichen. Den Unternehmungen ist es auch gestattet, in ihrem Bereiche die nötigen Stallungen für das zum Schlachten und Verarbeiten bestimmte Vieh zu errichten.

Sämtliche zum Fabrikgebrauche bestimmten Gegenstände und Waren sowie alle Fabrikerzeugnisse genießen bei der Beförderung durch die serbischen Staatsbahnen Vergünstigungen, die jedoch in jedem einzelnen Falle besonders festgesetzt werden müssen. Die Unternehmungen genießen ferner bei sämtlichen Anschaffungen und Lieferungen für den Staat die Priorität, und es wird die von ihnen angebotene Ware mit 5% teurer bezahlt.

Unternehmungen, die einen jährlichen Verbrauch von 30000 Stück Vieh oder eine jährliche Ausfuhr von mindestens 1000000 kg verarbeiteten Fleisches nachweisen, werden besondere Preise aus den zu volkswirtschaftlichen Zwecken bestimmten Einkünften in Aussicht gestellt.

Die Unternehmungen sind ihrerseits verpflichtet, innerhalb längstens 2 Jahren vom Tage der Konzessionserteilung gerechnet, sowohl die Fabrik zu errichten, als auch den Betrieb aufzunehmen; jährlich 10 000 bis 20 000 Stück Schweine zu schlachten und zu verarbeiten (was in der Konzessionsurkunde besonders namhaft zu machen ist); alle gesetzlichen Vorschriften und Verordnungen der Veterinär- und Sanitätspolizei auf das genaueste durchzuführen; künstliche Eiskeller zur Konservierung der ge-

[1]) „Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts“ 1897, S. 8.

schlachteten Tiere zu errichten; über die geschlachteten Tiere und die Menge des verarbeiteten Fleisches genau Buch zu führen und sich überhaupt allen sonstigen Vorschriften des Handelsgesetzes zu fügen; in allen ihren Beziehungen zu den serbischen Staatsbürgern, soweit es sich dabei um Angelegenheiten rechtlicher und administrativer Natur handelt, die Kompetenz der serbischen Gerichte und Behörden anzuerkennen. Sie haben ferner eine Kaution in der Höhe von 5% des gesamten Wertes des Fabrikgebäudes und dessen Zubehör an die Kasse des Ministeriums für Handel und Volkswirtschaft zu stellen. Die Kaution ist in serbischen Wertpapieren, für die der serbische Staat garantiert, zu leisten und wird dem Unternehmer zurückerstattet, wenn innerhalb eines Jahres die Fabrik errichtet und in Betrieb genommen wird. Andernfalls verfällt sie zugunsten der Staatskasse. Der Minister für Handel und Volkswirtschaft ist nach Anhörung des Ministerrats berechtigt, einzelne Unternehmungen von der Hinterlegung einer Kaution zu befreien.

Die genannten Vergünstigungen werden auf Vorschlag des Ministers für Handel und Volkswirtschaft und nach Anhörung des Ministerrats durch Königliche Verordnung erteilt. Der genannte Minister übt allen genehmigten Unternehmungen gegenüber das oberste staatliche Aufsichtsrecht aus und ist berechtigt, ihnen im Falle der Nichterfüllung der in der Königlichen Verordnung vorgeschriebenen Pflichten und Verbindlichkeiten durch ministerielle Entscheidung und nach Anhörung des Ministerrats die früher erteilten Vergünstigungen zu entziehen.

B. Besondere Vorschriften für Schlachtviehmärkte und öffentliche Schlachthäuser.

Die Bestimmungen des Gesetzes, betreffend die Abwehr und Tilgung ansteckender Tierkrankheiten, finden auch auf Schlachtviehmärkte und öffentliche Schlachthäuser sowie auf das dort befindliche Schlachtvieh unter besonderer Berücksichtigung folgender Punkte Anwendung.

Nach § 35 des Gesetzes liegen die der Ortsbehörde oder Seuchenkommission zugewiesenen Amtshandlungen bei den einer geregelten veterinärpolizeilichen Überwachung unterstellten Schlachtviehmärkten und öffentlichen Schlachthäusern zunächst jenen Organen ob, denen die unmittelbare Beaufsichtigung des Schlachtviehmarktes oder des Schlachthauses zugewiesen ist. Der Besitzer des kranken oder verdächtigen Schlachtviehs oder sein Vertreter kann zur sofortigen Schlachtung des Viehes unter Aufsicht des Amtstierarztes angehalten werden, sofern die Art der Krankheit die Schlachtung nicht ausschließt. Nach Maßgabe der Umstände kann die Schlachtung auch auf alles andere in der betreffenden Abteilung vorhandene infektionsfähige Schlachtvieh ausgedehnt werden. Schlachtviehhöfe und Schlachthäuser können nach Feststellung des Seuchenausbruchs und für die Dauer der Seuchengefahr gegen den Abtrieb der für die Seuche empfänglichen Tiere abgesperrt werden.

Strengere Absperrungsmaßregeln bedürfen der Genehmigung des Ministers für Volkswirtschaft.

C. Ausübung der Schlachtvieh- und Fleischbeschau.

Schlachtvieh- und Fleischbeschau ist nach § 12 des Viehseuchengesetzes für das Großvieh allgemein vorgeschrieben. In gewerblichen Schlachträumen ist sie auch auf

das „Stechvieh“ (Schafe, Ziegen, Schweine) auszudehnen. In Gemeindeschlachthäusern sowie in größeren Schlachthäusern überhaupt muß die Schlachtvieh- und Fleischbeschau approbierten Tierärzten übertragen werden. Auch bei Notschlachtungen hat stets eine Beschau stattzufinden.

Weitere Bestimmungen über Schlachtvieh- und Fleischbeschau sind durch einen Erlaß des Ministers des Innern vom 7. Februar 1883 getroffen. Danach ist in Ortschaften, wo Tierärzte und Ärzte vorhanden sind, von diesen die Besichtigung (Untersuchung) der Tiere vor und nach der Schlachtung vorzunehmen und das Fleisch bei Nichtbeanstandung zum öffentlichen Verkehr freizugeben. Auf dem flachen Lande soll die Kontrolle über die Schlachtungen nach dem alten Gesetzreglement für die Schlachthäuser vom 8. April 1839 a. St. durch einen vom Gemeindeamt bestellten Sachverständigen ausgeübt werden.

D. Trichinenschau.

Eine Trichinenschau wird in Serbien nicht ausgeübt; jedenfalls ist sie nicht zwingend vorgeschrieben. Es wird versichert, daß Trichinen bei Schweinen bisher noch in keinem einzigen Falle nachgewiesen worden seien, und man führt dieses Nichtvorkommen von Trichinen auf die in Serbien übliche Mästungsweise zurück.

E. Verfahren mit beanstandetem Fleische.

Beanstandetes Fleisch wird mit Karbolsäure oder Petroleum übergossen und hierauf vergraben. Nur das Fett darf — unter Kontrolle der Steuerbehörde — für technische Zwecke, z. B. zur Seifenfabrikation, verwendet werden.

F. Vieh- und Fleischpreise.

Über die Vieh- und Fleischpreise liegen für 1908 folgende Angaben vor.

Schweine kosteten 1 kg Lebendgewicht nach Abzug von 45 kg bei einem Paar und 4% Rabatt 90 bis 95 Cents. Schweinefleisch wurde in Belgrad mit 1,20 Fr., im Innern des Landes mit 90 bis 95 Cents pro 1 kg bezahlt.

Rinder kosteten 1 kg Lebendgewicht ohne Abzug 30 bis 35 Cents. Rindfleisch kostete in Belgrad 90 bis 95 Cents, im Innern des Landes 60 Cents für 1 kg.

Ein Paar Schafe wurde bei einem Lebendgewicht von je 30 bis 35 kg durchschnittlich mit 24 Fr. bewertet. Schaffleisch kostete in Belgrad 60 Cents, im Innern des Landes 40 Cents pro 1 kg.

Im Jahre 1912 waren die Vieh- und Fleischpreise etwa folgende:

Schweine kosteten 1 kg Lebendgewicht nach Abzug von 45 kg bei einem Paar und 4% Rabatt 1,10 Fr. bis 1,30 Fr. Schweinefleisch wurde in Belgrad mit 1,30 bis 1,60 Fr., im Innern des Landes mit 1,10 bis 1,30 Fr. pro 1 kg bezahlt.

Rinder kosteten 1 kg Lebendgewicht ohne Abzug 60 bis 85 Cents; Rindfleisch kostete in Belgrad 1,30 bis 1,45 Fr., im Innern des Landes 1,10 bis 1,20 Fr. für 1 kg.

Ein Paar Schafe wurde bei einem Lebendgewicht von je 30 bis 35 kg durchschnittlich mit 34 bis 35 Fr. bewertet. Schaffleisch kostete in Belgrad 1,10 bis 1,20 Fr., im Inneren des Landes 90 bis 95 Cents pro 1 kg.

Die Marktpreise werden von den Gemeinden an das statistische Amt in Belgrad

gemeldet und in einer Sonderausgabe seiner amtlichen Mitteilungen veröffentlicht. Die letzte Ausgabe dieser Mitteilungen: „Statistique des prix de produits agricoles dans le royaume de Serbie“ umfaßt die Jahre 1896 bis 1900. Regelmäßige Veröffentlichungen in den Tagesblättern erfolgen nicht.

Die Durchschnittspreise (in Fr. = Dinaren) im Jahre 1907 sind aus nachstehender Übersicht, die sich auf 11 größere Orte erstreckt, ersichtlich:

Orte	Durchschnittspreise für													
	Schweine		Schweinefleisch	Schweinefett	Speck	Ochsen	Kühe	Rindfleisch	Widder	Schafe	Lämmer	Schaffleisch	Ziegen	Zickel
	fette 1 Stck.	magere 1 Stck.	1 kg	1 kg	1 kg	1 Stck.	1 Stck.	1 kg	1 Stck.	1 Stck.	1 Stck.	1 kg	1 Stck.	1 Stck.
Belgrad . .	83,96	32,79	0,99	1,08	1,10	225,42	133,33	0,83	18,58	13,29	7,75	0,75	12,11	6,72
Waljewo. .	73,96	20,50	0,78	1,10	0,80	116,67	107,—	0,76	14,79	10,12	6,33	0,63	—	4,58
Kragujewatz	68,21	23,37	0,81	1,13	0,78	149,58	108,75	0,71	14,72	11,03	6,67	0,63	11,—	6,20
Leskowatz .	77,92	22,71	0,69	1,08	0,92	181,67	118,33	0,62	11,67	7,71	5,06	0,54	8,67	5,19
Negotin . .	66,04	22,58	0,78	1,08	0,99	130,—	87,50	0,68	9,—	8,25	5,07	0,54	9,95	4,42
Nisch . .	90,—	28,96	0,92	1,22	1,13	150,—	115,—	0,80	15,21	11,12	4,72	0,60	12,67	4,83
Pirot . . .	103,75	37,71	0,76	0,97	0,83	173,54	115,83	0,69	11,37	8,67	5,25	0,63	11,04	5,14
Pozarewatz .	73,75	29,37	0,85	1,—	0,94	177,08	114,17	0,70	16,30	11,73	6,25	0,65	10,86	4,83
Semendria .	70,42	30,42	0,85	1,03	0,98	184,17	132,91	0,70	18,71	11,18	6,28	0,60	13,14	5,50
Užitze . .	81,25	28,42	0,70	1,45	1,—	166,36	81,36	0,60	12,58	9,96	6,46	0,67	9,71	4,83
Schabatz .	95,—	25,—	0,97	1,17	1,04	156,—	122,—	0,85	14,79	10,95	7,90	0,76	9,83	5,50
durchschnittlich[1]) . . .	73,75	24,58	0,73	1,16	0,87	155,72	113,10	0,66	12,91	9,38	6,15	0,58	10,28	5,05

Neuere Durchschnittspreise können nicht mitgeteilt werden. Es wird jedoch von verschiedenen Seiten, die die einschlägigen Verhältnisse kennen, übereinstimmend behauptet, daß die Durchschnittspreise für das Jahr 1912 um etwa 40% höher anzusetzen sind als im Jahre 1907.

G. Verbote und Beschränkungen der Ein- und Durchfuhr von Fleisch, Fett und Erzeugnissen aus Fleisch und Fett.

Bezüglich der Ein- und Durchfuhr von Fleisch, Fett und Erzeugnissen daraus besteht in Serbien lediglich die Beschränkung, daß diese Sendungen mit Ursprungs- und Gesundheitsattesten versehen sein müssen. Auf den Einfuhrstationen werden solche Sendungen einer sanitätspolizeilichen Kontrolle unterzogen. In Betracht kommen für die Einfuhr Dauerwürste (Salami) aus Ungarn und Italien, Schinken und Speck aus Prag und Westfalen.

H. Staatliche Schlachtviehversicherung.

Eine staatliche Schlachtviehversicherung ist in Serbien nicht eingerichtet.

[1]) Die Durchschnittspreise beziehen sich nicht nur auf die oben genannten 11 Ortschaften, sondern auch auf weitere, die ihrer geringen Bedeutung halber hier nicht mit aufgenommen sind.

Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Norwegen.

Nach Berichten des Kaiserlichen Generalkonsulats in Kristiania und nach anderen Quellen

bearbeitet durch

Dr. Hall,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

I. Veterinärbehörden und tierärztliches Personal.

A. Organisation der Veterinärbehörde.

Die Leitung des Veterinärwesens in Norwegen liegt in den Händen des Veterinärdirektors, der in Kristiania seinen Amtssitz hat und dem Landwirtschaftsministerium in Kristiania unterstellt ist. Der Veterinärdirektor bekleidet die Stelle eines Bureauchefs und ist Vortragender Rat in allen Veterinärangelegenheiten. Zur Unterstützung ist ihm ein Tierarzt als Departementssekretär zugewiesen. Der Veterinärdirektor hat die Aufgabe, die Durchführung aller auf dem Gebiete der Veterinärpolizei, der öffentlichen Fleischbeschau und des sonstigen Veterinärwesens erlassenen Bestimmungen zu überwachen und Anweisungen über die Durchführung dieser Bestimmungen zu erteilen. Zu seinen Dienstobliegenheiten gehört es auch, Tierärzte zur Ausübung des tierärztlichen Berufs in Norwegen zu ermächtigen und die alljährlich bei ihm eingehenden tierärztlichen Seuchen- und Fleischbeschauberichte in Form eines Jahresberichts zu bearbeiten. Außerdem finden unter seiner Aufsicht und Leitung von Zeit zu Zeit Fortbildungskurse für approbierte Tierärzte statt.

Mit der Durchführung der Veterinärpolizei sind außer den Amtmännern die Tierärzte betraut. Die öffentliche Fleischbeschau liegt in Norwegen ausschließlich in den Händen der Tierärzte.

B. Geprüfte Tierärzte.

Jeder geprüfte Tierarzt ist verpflichtet, bei Verlegung seines Wohnsitzes in einen anderen Bezirk durch Vermittlung des zuständigen Amtmanns das Landwirtschaftsministerium hiervon in Kenntnis zu setzen. Auch hat er, sofern er praktisch tätig ist, dem Landwirtschaftsministerium alljährlich einen Bericht über seine tierärztliche Tätigkeit einzureichen.

C. Tierärztliche Bildungsanstalten, Vorbildung und Ausbildung der Tierärzte.

Eine tierärztliche Bildungsanstalt besitzt Norwegen zurzeit nicht. Die norwegischen Studierenden der Tierheilkunde sind bei ihrem Studium auf ausländische Lehranstalten angewiesen. Die Mehrzahl der norwegischen Veterinärstudenten besucht die Tierärztliche und Landwirtschaftliche Hochschule in Kopenhagen. Vorbedingung für die Zulassung norwegischer Staatsangehöriger zum tierärztlichen Studium an dieser Hochschule ist das erfolgreiche Bestehen des norwegischen „examen artium" oder der für dänische Staatsangehörige vorgeschriebenen Prüfungen und einer Ergänzungsprüfung in Latein für diejenigen, die keine Prüfung in Latein abgelegt haben. Bei ihrer Aufnahme als Studierende an der genannten Hochschule müssen sich norwegische Staatsangehörige verpflichten, daß sie nach erfolgreich abgelegter tierärztlicher Fachprüfung nur mit Genehmigung des dänischen Landwirtschaftsministers tierärztliche Tätigkeit in Dänemark ausüben. Im übrigen gelten für die norwegischen Studierenden der Tierheilkunde an der Tierärztlichen Hochschule in Kopenhagen noch folgende Bestimmungen:

1. Die Studienzeit, die auf $4^1/_2$ Jahre festgesetzt ist, darf um höchstens 2 Jahre überschritten werden.

2. Die Kosten für die Vorlesungen, Übungen und Prüfungen sind doppelt so hoch wie für Einheimische und betragen insgesamt 740 Kr.[1]). Davon entfallen 100 Kr. auf Prüfungsgebühren. In Ausnahmefällen kann jedoch das Landwirtschaftsministerium diese Kosten ermäßigen.

3. Norwegische Studierende haben keinen Anspruch auf dänische Stipendien. Unter gewissen Voraussetzungen werden norwegischen Veterinärstudenten aber vom norwegischen Landwirtschaftsminister Stipendien bewilligt.

Seit dem Jahre 1890 ist in Kristiania ein staatliches Veterinärlaboratorium errichtet, das unter Leitung des Veterinärdirektors steht. Dieses Laboratorium dient seit 1892 in erster Linie zur Herstellung von Tuberkulin zu diagnostischen Zwecken. Zurzeit wird in Kristiania aus Staatsmitteln ein neues, den Anforderungen der Neuzeit entsprechendes Veterinärinstitut errichtet. Für den Bau und die Einrichtung dieses Instituts, das bis zum Frühjahr 1914 eröffnet werden soll, sind 400000 Kr. in Aussicht genommen. Außer Tuberkulin sollen in dem neuen Institut auch Schutzimpfstoffe, insbesondere gegen Bradsot der Schafe und seuchenhaftes Verkalben bei Rindern, hergestellt und die Tierkrankheiten planmäßig erforscht werden. In dem bereits bestehenden Veterinärlaboratorium findet alle zwei Jahre ein Fortbildungskursus für approbierte Tierärzte statt. Die Teilnehmer an diesen Kursen erhalten Staatsstipendien.

D. Zahl der Tierärzte.

Im Jahre 1912 waren in Norwegen 242 approbierte Tierärzte vorhanden. Seit dem Jahre 1905 hat sich die Zahl der Tierärzte um 43 vermehrt.

E. Beamtete Tierärzte.

An beamteten Tierärzten gibt es in Norwegen Staatstierärzte und Amtstierärzte. Für die Anstellung als beamteter Tierarzt ist die Ablegung einer besonderen Prüfung nicht vorgeschrieben.

Staatstierärzte gibt es in Norwegen zwei, und zwar je einen in Bergen und Tromsö. Ihre Anstellung und Entlohnung geschieht durch den Staat, der auch Dienstvorschriften für die Staatstierärzte erlassen hat. Die Dienstanweisung für den Staatstierarzt in Bergen schreibt vor, daß er zur Vornahme von mikroskopischen und anderen tierärztlichen Untersuchungen ein Laboratorium einzurichten hat. Ihm obliegt die Untersuchung des in Zweifelsfällen von den Tierärzten seines Bezirks zur Feststellung der Krankheitsursache eingehenden Materials seuchenverdächtiger Tiere. Ferner hat er auf den allgemeinen Gesundheitszustand der Haustiere seines Bezirks zu achten und auf Grund wissenschaftlicher Forschung nach wirksamen Mitteln zur Bekämpfung der Tierseuchen zu forschen. Zur Förderung des Sinnes für Haustierpflege, Tierseuchenverhütung und -Bekämpfung unter den Tierbesitzern hat er gelegentlich entsprechende Vorträge zu halten. Ferner hat er gegen Entschädigung aus der Staatskasse innerhalb und erforderlichenfalls auch außerhalb seines Bezirks veterinärpolizeiliche Untersuchungen vorzunehmen, die Ein- und Ausfuhr von Vieh in Bergen und dessen nächster Umgebung zu beaufsichtigen, sich als tierärztlicher Sachverständiger

[1]) 1 Krone = 100 Öre = 1,25 Mark.

den Gerichten zur Verfügung zu stellen und im Verhinderungsfall eines Tierarztes seines Bezirks auf Verlangen und auf Kosten des Bezirks Tuberkulinimpfungen auszuführen. Die Stellung des Staatstierarztes ist beiderseits mit sechsmonatiger Frist kündbar. Ähnliche Dienstvorschriften sind auch für den Staatstierarzt in Tromsö erlassen.

Die Zahl der Amtstierärzte in den 20 norwegischen Ämtern betrug im Jahre 1912 132. Ihre Zahl in den einzelnen Ämtern ist sehr verschieden je nach der Größe und dem Viehreichtum der Ämter. Wird von einer oder mehreren Gemeinden zusammen die Anstellung eines Amtstierarztes gewünscht, so ist dies seitens der Gemeindevertreter im „Amtsting“ (Vertretung der „Amtskommune“ unter dem Vorsitz des Amtmanns) zur Sprache zu bringen. Sofern das „Amtsting“ das Bedürfnis für die Anstellung eines Amtstierarztes anerkennt, stellt der Amtmann bei der Regierung den Antrag auf Bewilligung eines Staatszuschusses für die zu errichtende Amtstierarztstelle. Die Anstellung des Amtstierarztes erfolgt durch den Amtmann, die Entlohnung zur Hälfte vom Staate und zu je einem Viertel von der Amtskommune und der betreffenden Gemeinde oder den Gemeinden, die die Amtstierarztstelle beantragt haben. Für die Amtstierärzte sind von den einzelnen Amtmännern Dienstvorschriften ausgearbeitet. Diese sind für die einzelnen Ämter verschieden. Vom Staate ist den Amtstierärzten die veterinärpolizeiliche Überwachung der Ein- und Ausfuhr von Vieh sowie die staatliche Tierseuchenbekämpfung zur Pflicht gemacht. Außerdem haben sie sich in allen Veterinärangelegenheiten den Gerichten als Sachverständige zur Verfügung zu stellen. Seitens des Amtes wird im allgemeinen von den Amtstierärzten verlangt, daß sie sich für Viehzucht interessieren und durch Vorträge und Belehrungen die Zucht und Pflege der Haustiere fördern, an bestimmten Tagen bestimmte Ortschaften besuchen und sich mit ihrem Rate den Besitzern kranker Haustiere daselbst zur Verfügung stellen. Die Reisekosten werden den Amtstierärzten in diesem Falle aus der Staatskasse bezahlt; für die Kosten der Untersuchung und Behandlung kranker Tiere haben dagegen die Tierbesitzer aufzukommen.

II. Viehbestand.

A. Zahl der Tiere.

Nach der letzten Viehzählung vom 30. September 1907 waren in Norwegen vorhanden:

	In ganz Norwegen	In den Landbezirken	In den Städten
Pferde	172 468	163 780	8 688
Rindvieh	1 094 101	1 088 635	5 466
Schafe	1 393 488	1 391 168	2 320
Ziegen	296 442	295 777	665
Schweine	318 556	307 308	11 248
Renntiere	142 623	142 623	—
Federvieh:			
Hühner	1 460 359	1 391 347	69 012
Enten	9 031	8 230	801
Gänse	9 898	9 670	228
Truthühner	3 151	2 961	190
Kaninchen	41 359	34 177	7 182

Mit den Viehzählungsergebnissen früherer Jahre können die obigen Angaben nicht ohne weiteres verglichen werden, weil die früheren Viehzählungen jeweils gegen oder am Ende des Jahres stattgefunden haben. Um sie indessen vergleichsfähig zu machen, ist auch der Viehbestand am Ende des Jahres 1907 festgestellt worden, indem man von dem am 30. September ermittelten Viehbestand die Anzahl des Viehs in Abzug brachte, das schätzungsweise im letzten Vierteljahre geschlachtet wurde. In der nachstehenden Tabelle ist der auf diese Weise ermittelte Viehbestand im Jahre 1907 zu denjenigen früherer Jahre in Vergleich gesetzt.

Jahr	Pferde	Hornvieh	Schafe	Ziegen	Schweine	Renntiere
1835	113 163	644 414	1 028 945	184 518	79 874	88 225
1845	131 894	842 568	1 447 274	290 950	88 637	90 273
1855	154 447	949 935	1 596 199	357 102	113 320	116 891
1865	149 167	953 036	1 705 394	290 985	96 166	101 768
1875	151 903	1 016 617	1 686 306	322 861	101 020	96 567
1890	150 898	1 006 499	1 417 524	272 458	121 057	170 134
1900	172 999	950 201	998 819	214 594	165 348	108 784
1907 (31. 12.)	170 325	1 027 520	991 211	222 717	163 467	133 473

B. Verhältnis des Viehbestandes zur Bevölkerung und Bodenfläche.

Beim Vergleiche der Ergebnisse der Viehzählung am 30. September 1907 mit denjenigen der nächsten Volkszählung am 1. Dezember 1910, bei der Norwegen 2 391 782 Einwohner zählte, ergibt sich das in nachstehender Tabelle angegebene Zahlenverhältnis zwischen Viehbestand und Bevölkerung im Jahre 1907.

Es entfielen auf je 1000 Einwohner im Jahre 1907 durchschnittlich:

	In ganz Norwegen	In den Landbezirken	In den Städten
Pferde	72	96	13
Hornvieh	457	640	8
Schafe	582	817	3
Ziegen	124	174	1
Schweine	133	181	16
Renntiere	60	84	—
Federvieh	620	830	102

Im Vergleich zu den Zählungen der früheren Jahre stellt sich das Ergebnis folgendermaßen:

Jahr	Pferde	Hornvieh	Schafe	Ziegen	Schweine	Renntiere
1835	95	539	858	154	67	79
1845	99	634	1 089	219	67	68
1855	104	638	1 071	240	76	78
1865	88	560	1 002	171	57	60
1875	84	563	933	179	56	53
1890	75,4	503	708,4	136,2	60,5	85
1900	77,2	422,2	445,9	95,8	73,8	48,6
1907 (31. 12.)	71,2	429,4	414,3	93,1	68,3	55,8

Die Gesamtfläche Norwegens beträgt nach dem Statistischen Jahrbuch für 1912: 322 908,82 qkm. Auf 1 qkm der Gesamtfläche entfielen demnach am 30. September 1907:

0,534 Pferde,
3,388 Rinder,
4,315 Schafe,
0,915 Ziegen,
0,987 Schweine,
0,442 Renntiere.

Von der angegebenen Gesamtfläche sind jedoch etwa ²/₃ unproduktives Land. Der größte Teil des anderen Drittels ist mit Wald bewachsen. Ein weit geringerer Teil, etwa 10000 qkm oder etwas über 3% der Oberfläche des Festlandes, sind Gebirgsweiden oder anderer unbebauter Boden. Nur etwa 14000 qkm oder 4½% des Landes sind im eigentlichen Sinne bebaut.

Der Wert, den der Viehbestand Norwegens zu verschiedenen Zeiten, zuletzt im Jahre 1907, dargestellt hat, ergibt sich aus der nachstehenden Zusammenstellung:

	Wert in Kronen in den Jahren			
	1875	1890	1900	1907 (31. 12.)
Pferde	48 800 000	34 600 000	51 830 000	57 336 000
Hornvieh	74 400 000	70 600 000	73 730 000	97 417 000
Schafe	16 800 000	17 300 000	12 820 000	16 335 000
Ziegen	3 200 000	2 900 000	2 400 000	2 917 000
Schweine	6 500 000	7 300 000	13 120 000	15 117 000
Renntiere	1 600 000	3 200 000	2 100 000	2 819 000
Insgesamt	151 300 000	135 900 000	156 000 000	191 941 000
Auf den Kopf der Bevölkerung errechneter Wert	102,2	89,2	96,8	112,8

C. Hauptsächliche Tierrassen.

I. Pferde[1]).

Die Pferdezucht in Norwegen wird ausschließlich von Landwirten betrieben. Zu ihrer Förderung werden auf Veranlassung des Staates Zuchtpferdeausstellungen und Prämiierungen veranstaltet.

Es werden zwei Pferderassen unterschieden, nämlich die Fjordpferde und der Gudbrandsdaler Pferdeschlag.

Die meist grauen oder isabellenfarbenen Fjordpferde sind durchschnittlich 1,40 m groß, von gutartigem und lebhaftem Temperament, kräftigem Körperbau und starken Gelenken. Sie eignen sich weniger zum Reiten als zum Ziehen der kleinen norwegischen Karren und der Ackergeräte. In den Fjeld- und Fjord-Gebieten werden sie als Reisepferde benutzt. Die besten Fjordpferde finden sich angeblich in Rosmarked und einigen Gegenden von Nordmoor.

[1]) Vergl. Schwarzneckers Pferdezucht IV. Aufl. 1902, S. 175 und Müller, Studien und Beiträge zur Geographie der Wirtschaftstiere 1903, S. 217.

Die Gudbrandsdaler Pferde sind 1,50 bis 1,62 m groß, meist Falben mit Aalstrich, schwarzer Mähne und schwarzem Schweife und von kräftigem Körperbau. Die äußerst genügsamen und widerstandsfähigen Pferde weisen große Schnelligkeit und Ausdauer im Trabe auf und werden insbesondere als Artilleriepferde sehr geschätzt. Vorzügliche Dienste leisten diese Pferde auch bei der Feldbestellung und beim Abholzen von Wäldern zum Schleppen von Baumstämmen. Das Hauptzuchtgebiet des Gudbrandsdaler Pferdes ist das Amt Kristiania, insbesondere das südliche Gudsbrandsdalen, einer der fruchtbarsten Teile Norwegens. Alljährlich findet im Herbste in Lillehammer ein großer Pferdemarkt statt, der hauptsächlich mit Gudbrandsdaler Pferden befahren ist und auch von zahlreichen Käufern aus Schweden und Dänemark besucht wird.

2. Rinder.

Die Rindviehzucht ist über das ganze Land bis in den äußersten Norden verbreitet.

Das meist verbreitete und am meisten charakteristische Rind Norwegens ist das Telemarker Rind. Sein Verbreitungsgebiet ist die Landschaft Telemarken mit den angrenzenden Gebietsteilen des südlichen Norwegens. In vielen abgelegenen Dörfern ist es seit undenklichen Zeiten rein gezüchtet worden und daher in der Vererbung sehr beständig. Es ist ein anspruchsloses, zähes und trotz der oft ärmlichen Futterverhältnisse seiner Heimat verhältnismäßig milchreiches Gebirgsrind, das sich fast überall in Norwegen bewährt und als Zuchttier einen ziemlich großen Markt im Lande aufzuweisen hat. Sein Körperbau ist fein; die Farbe rot oder rotbraun, Rückenlinie und Bauch meist weiß, Kopf und Beine oft gesprenkelt. Die Hörner sind außerordentlich lang und nach aufwärts gebogen und, wie bei den meisten norwegischen Rindern, zum Putz und Schutz beim Stoße am Ende mit Messingknöpfen versehen. Zur Fleischproduktion und zur Mast sind sie völlig ungeeignet. Die Stiere, die im Sommer mit den Kühen frei in den Bergen weiden, sind oft sehr temperamentvoll, ältere Tiere oft bösartig. Um sie zu zähmen, werden sie ins „Karriol“ gespannt und vom Wagen aus mit langen Zügeln, die an einer Maulstange befestigt sind, geleitet. Das Vorfahren der Stiere spielt bei deren Prämiierung auf Ausstellungen eine große Rolle. Das Gewicht der Kühe beträgt 275 bis 350 kg. Der Milchertrag 1500 bis über 3000 kg. Für das obere Telemarken wird der Durchschnittsmilchertrag im Jahre 1905 mit 1598 l, für Nieder-Telemarken mit 1734 l angegeben. Einzelne gute Kühe geben 4000 kg und mehr. Der Fettgehalt beträgt ungefähr 3,5%.

Das Telemarker Rind und dessen Abarten findet man auch in allen an sein eigentliches Zuchtgebiet grenzenden Tälern, so im Sätersdal, im Numedal, im Hallindal, in Valdres, teilweise im Gudbrandsdal und im westlichen Teil der Landschaft Hedemarken. Wo die Telemarker Rinder vom Gebirge herab in die Ebenen gekommen sind und sich mit anderen Rassen vermischt haben, haben sie mehr oder minder ihr charakteristisches Aussehen verloren. Bei solchen Tieren sind die Farbe heller und die Hörner kürzer geworden und auch ganz hornlose Tiere kommen vor.

Die beiden großen Täler im Osten des Landes, das Gudbrandsdal und Österdal, haben ein Vieh mit brauner oder schwarzbrauner Haarfarbe. Sie sind etwas stärker und schwerer gebaut, als die Telemarker. Das mittlere Gewicht beträgt 300 bis 350 kg. Die Hörner sind kürzer als bei den Telemarkern, es kommt auch vor, daß sie lose an der Kopfhaut sitzen oder ganz fehlen. Zur Fleischproduktion eignen sie sich etwas besser, als die Telemarker. Der Durchschnittsmilchertrag schwankt zwischen 1000 und 2000 kg. Die Statistik für 1905 gibt als Durchschnittsmilchleistung im nördlichen Gudbrandsdal 1 188 l, im westlichen Österdal 1 525 l an. Der Fettgehalt beträgt etwa 3,6 %.

Im Norden an diesen Zuchtbezirk schließt sich ein kleiner Bezirk um den Ort Röros, wo ein kleines hornloses Rind mit schwarzweißer Haarfarbe, weißem Rücken und Bauch, weißem Kopf mit schwarzem Maul, schwarzen Ohrenspitzen und mit mehr oder minder zahlreichen schwarzen Flecken in den weißhaarigen Körperteilen gezüchtet wird. Das Gewicht der Kühe schwankt zwischen 200 und 300 kg, der Milchertrag zwischen 1200 und 1400 kg.

Im Südosten des Landes, in den Ämtern Smaalenene und Akershus, ist ein roter oder rotgelber Viehschlag zu Hause, dessen Zuchtgebiet sich nach Schweden hin fortsetzt und der seiner Abstammung nach zu den ältesten Rindern Skandinaviens gehört, die sogenannten Rödkoller. Sie sind meist einfarbig und immer hornlos. Woher die Hornlosigkeit kommt, ist nicht genau bekannt. Man nimmt an, daß sie eine von den Urahnen des Stammes übernommene Eigentümlichkeit ist. Die Rödkoller sind eine ausgesprochene Milchrasse, jedoch eher zur Fleischproduktion geeignet, größer und stärker, als die Telemarker. Das Gewicht der Kühe beträgt 350 bis 450 kg. Der mittlere Milchertrag 1789 l. Die Rödkoller gewinnen zurzeit an Land. Ihre Züchter meinen, daß sie im Süden des Landes mit der Zeit alle Täler besetzen und nur die Berge den Telemarkern überlassen werden.

Neben all den bisher genannten rotbunten Rindern hat Norwegen auf der Westküste eine schwarzfarbige Viehrasse, die sogenannten Küstenrinder. Weiterhin findet man im Südwesten Norwegens in den Städten Stavanger, Bergen und herauf bis nach Drontheim kleines, bisweilen hornloses Vieh mit sehr verschiedenartiger Färbung. Die meist charakteristische Färbung ist schwarz, grau und schwarz- oder graubunt. Das Körpergewicht der Kühe schwankt zwischen 200 und 250 kg. Als mittlerer Milchertrag dieser kleinen Kühe werden 953 bis 1 343 l angegeben mit einem Fettgehalt von etwa 3,8 %.

Bei Drontheim findet man wieder rotes Vieh, das stark mit Ayrshire gekreuzt ist. In Nordland, auf den Lofoten und im Amt Tromsö hat man wieder die schwarzen Fjordkühe. Nördlich von den Lofoten gibt es im Bardo- und Maalselvdal wieder Ayrshirenachkommen. Im allerhöchsten Norden schließlich hält man kleine, hellfarbige Rinder, die in Anbetracht der primitiven Lebensbedingungen jener Gegenden nur eine sehr geringe Schwere und Milchproduktion aufweisen.

3. Schweine.

Die in Norwegen vorkommenden Schweinerassen sind das getigerte norwegische Landschwein und die Yorkshire-Rassen. Außerdem kommen Kreuzungsprodukte dieser

beiden Rassen vor. Die Einfuhr von Zuchtschweinen aus England ist sehr gering, da im Lande selbst genügend Reinzuchten vorhanden sind.

4. Schafe[1]).

Die Schafe Norwegens sind kleine, magere, grobwollige Kurzschwanzschafe. Das Hauptzuchtgebiet liegt im Amte Stavanger. An der ganzen Westküste, wo die Schafzucht betrieben wird, sind Klima und Boden dem Graswuchs günstig.

5. Ziegen.

Die Ziegenhaltung ist in Norwegen verhältnismäßig stark entwickelt. Besonders in den Gebirgsgegenden ist die Ziege ein sehr geschätzter Milchlieferant, der den Rohstoff für die norwegische Ziegenkäsefabrikation liefert.

D. Viehzucht, Viehhaltung und Viehverwertung.

Die Viehzucht ist über das ganze Land verbreitet. Sie verfolgt in erster Linie den Zweck, die Bedürfnisse des eigenen Landes an Tieren und tierischen Produkten zu befriedigen. In Gegenden, die wegen der Höhe des Landes für den Ackerbau nicht geeignet sind, bildet die Viehzucht einen selbständigen Erwerbszweig. Zur Förderung der Viehzucht werden vom Staate alljährlich erhebliche Beträge zur Verfügung gestellt. In einzelnen Ämtern mit bedeutender Viehzucht sind Staatskonsulenten für Viehzucht staatlich angestellt. Die Staatskonsulenten sind Tierärzte. Ferner befinden sich als Berater in allen landwirtschaftlichen Fragen in jedem Amte staatlich angestellte landwirtschaftliche Sachverständige. Schließlich werden zur Förderung der Viehzucht von den Genossenschaften alljährlich mit staatlicher Unterstützung Viehausstellungen veranstaltet.

Während des größten Teiles des Jahres findet Stallhaltung des Viehes statt. Im Sommer werden etwa $^1/_4$ aller Kühe und Schafe und die Hälfte aller Ziegen nach Sennwirtschaften ins Hochgebirge getrieben, wo sie den Sommer über verbleiben[2]).

Die norwegische Pferdezucht bezweckt die Zucht von Arbeits- und Militärpferden für die Zwecke des eigenen Landes. Pferdesport wird nicht getrieben. Die Ausfuhr von norwegischen Pferden ist nur sehr gering und erfolgt fast ausschließlich nach Schweden und Dänemark (vergl. die Ausfuhrtabelle auf S. 412).

Die Rindviehzucht dient in erster Linie der Gewinnung von Fleisch, Milch, Butter und Käse. Arbeitsleistung wird von den norwegischen Rindern nur ausnahmsweise verlangt. Die Ausfuhr von Rindvieh nach dem Ausland ist bedeutungslos und erstreckt sich alljährlich nur auf vereinzelte Rindviehstücke. Trotz der sehr starken Rindviehhaltung reicht die einheimische Rindviehzucht Norwegens nicht aus, um den Bedarf des Landes an Fleisch und tierischen Produkten, mit Ausnahme von Butter, wovon das Land bis zum Jahre 1909 eine Mehrausfuhr von 1,2 Millionen kg zu ver-

[1]) Vergl. Müller, Studien und Beiträge zur Geographie der Wirtschaftstiere. Leipzig, 1903, S. 77.

[2]) Dr. Frost, Die landwirtschaftlichen Verhältnisse Norwegens. Archiv des Deutschen Landwirtschaftsrats. XXXVI. Jahrgang. Bericht über die Verhandlungen der XI. Plenarversammlung des Deutschen Landwirtschaftsrats vom 13. bis 16. Februar 1912, S. 304.

zeichnen hatte, zu befriedigen. Alljährlich werden sowohl lebendes Rindvieh, als auch Rindfleisch und Käse aus dem Ausland nach Norwegen eingeführt (vergl. die Einfuhrtabelle auf S. 412 und die Tabelle auf S. 447). Das Unvermögen Norwegens, den Fleischbedarf mit einheimischem Rindfleisch zu decken, erklärt sich zum Teil aus den schlechten Verkehrsmitteln, zum Teil aus der Ungeeignetheit der norwegischen Rinder zur Fleischproduktion[1]).

Die Schweinezucht[1]) wird in Norwegen dort betrieben, wo es eine Milchwirtschaft gibt. Der Schweinebestand ist verhältnismäßig klein und seine Zunahme nur gering. Einer stärkeren Schweinehaltung steht der Mangel an genügenden Mengen von Molkereiabfällen hemmend entgegen. Der Bedarf an Schweinefleisch wird von der einheimischen Schweinezucht nicht gedeckt. Dementsprechend findet eine nur unbedeutende Ausfuhr von Schweinen nach dem Ausland statt.

Die norwegische Schafzucht bezweckt die Zucht von Woll- und Fleischschafen. Trotz der günstigen natürlichen Bedingungen für die Schafzucht ist sie, mangels zureichender Absatzmöglichkeiten, in den letzten Jahren zurückgegangen.

Die Ziegenzucht wird in erster Linie der Milch wegen betrieben. Aus Ziegenmilch wird in Norwegen ein sehr schmackhafter Käse hergestellt, der in größeren Mengen nach den Vereinigten Staaten von Amerika ausgeführt wird.

E. Staatliche Viehversicherung.

Eine staatliche Viehversicherung gibt es in Norwegen nicht. Dagegen sind zahlreiche örtliche Viehversicherungs-Gesellschaften auf Gegenseitigkeit vorhanden, die die Versicherung von Vieh betreiben. Die Tätigkeit von drei größeren derartigen Versicherungs-Gesellschaften erstreckt sich über das ganze Land.

III. Viehverkehr.

A. Viehhandel.

In früheren Zeiten spielte sich der Viehhandel zum großen Teil auf öffentlichen Märkten ab. Kristiania war der Hauptmarkt für den Osten, Bergen für den Westen und Drontheim für die nördlicheren Landesteile. Daneben gab es eine Menge kleinerer Marktplätze, wie Hamar, Lillehammer, Gjövik, Voss, Fagernes u. a. Außerdem hatte fast jede Gemeinde ihren eigenen Markt. Es gab Pferdemärkte, Kuhmärkte, Wollmärkte, Ledermärkte usw. In neuerer Zeit hat dieser Markthandel fast ganz aufgehört. Der Viehhandel liegt heute in den Händen von Kommissionären, die das Land bereisen und mit den Landwirten ihre Geschäfte abschließen.

Bezüglich aller größeren Ein- und Verkäufe von landwirtschaftlichen Erzeugnissen sind die Bauern auf ihre Kommissionäre angewiesen, die ihre Kühe und Schweine auf den Markt bringen. Die weiten Abstände und mangelhaften Verkehrsmittel, vor allem der Mangel an raschen Beförderungsmitteln, sind der Hauptthemmschuh für den unmittelbaren Absatz der landwirtschaftlichen Erzeugnisse durch die Landwirte selbst. Diesen Verhältnissen ist es denn auch zuzuschreiben, daß die

[1]) Frost a. a. O.

Milchwirtschaft, Schweinehaltung und Schafzucht, für die Norwegen sehr gute Entwicklungsmöglichkeiten bietet, nur wenig Fortschritte machen oder gar, wie dies hinsichtlich der Schafzucht der Fall ist, zurückgehen.

Der Umfang des norwegischen Viehverkehrs mit dem Ausland in den Jahren 1905 bis 1911 ist aus den beiden nachstehenden Tabellen über die Ein- und Ausfuhr von Vieh ersichtlich.

Einfuhr von Vieh nach Norwegen in den Jahren 1905 bis 1911.

Tiergattung	Zahl der eingeführten Tiere in den Jahren						
	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Pferde	167	206	222	283	292	430	570
Hornvieh	12 772	10 710	9 718	13 482	13 506	16 015	15 690
Schafe	1 183	1 261	1 116	1 617	1 395	1 753	1 778
Schweine	—	26	33	—	1	7	3
Federvieh	484	667	670	674	628	584	702

Ausfuhr von Vieh aus Norwegen in den Jahren 1905 bis 1911:

Tiergattung	Zahl der ausgeführten Tiere in den Jahren						
	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Pferde	758	896	622	448	202	523	334
Hornvieh	—	—	23	25	16	151	35
Schafe	—	—	57	34	44	20	66
Schweine	—	—	111	192	217	197	82
Renntiere	—	—	300	—	11	2	88
Federvieh	—	—	369	522	343	84	347

B. An der Vieheinfuhr nach Norwegen beteiligte Länder.

An der Vieheinfuhr nach Norwegen sind in der Hauptsache Schweden und Dänemark beteiligt. Im Jahre 1911 war das Ausland an der Vieheinfuhr nach Norwegen in folgender Weise beteiligt:

Name der an der Einfuhr beteiligten Staaten	Pferde	Hornvieh	Schafe
Schweden	314	15 672	1 775
Dänemark	141	11	—
Island	28	—	—
Großbritannien	81	—	1
Nord-Rußland	—	—	2
Andere Länder	6	7	—

C. Viehbeförderung auf Eisenbahnen und Schiffen.

Für die Viehbeförderung auf Eisenbahnen und Schiffen sind außer den allgemein üblichen besondere Einrichtungen nicht vorhanden.

Für die Reinigung und Desinfektion der Eisenbahnviehwagen sind die Vorschriften eines Rundschreibens der Eisenbahnverwaltung vom 14. März 1898 maßgebend. Danach sind Eisenbahnwagen, in denen seuchenfreies Vieh befördert worden ist, zu reinigen, und solche Wagen, die der Beförderung von seuchenkrankem oder verdächtigem Vieh gedient haben, auch zu desinfizieren. Die Reinigung und Desinfektion der Wagen darf nur in abseits der Station gelegenen, vom Stationsvorsteher näher bestimmten Orten vorgenommen werden. Wagen, die einer Desinfektion unterworfen werden sollen, müssen vom Zeitpunkt ihrer Entladung ab bis zum Beginn der Desinfektion sorgfältig geschlossen gehalten und dürfen vor Beendigung der Desinfektion nicht in Gebrauch genommen werden.

Die Reinigung der Eisenbahnviehwagen hat in der Weise stattzufinden, daß der im Wagen befindliche Unrat, wie Mist, Streu usw., sorgfältig entfernt wird und die Wagen darauf mit reinem Wasser gespült werden. Eingetrockneter Unrat ist erforderlichenfalls mit warmem Wasser aufzuweichen. Darauf sind Boden, Decke, Wände und erforderlichenfalls auch die Außenwände der Wagen mit Sodalösung von 50° C solange zu waschen, bis jede Spur von Unreinlichkeit entfernt ist. Schließlich ist die auf dem Wagenboden angesammelte Flüssigkeit mittels Besen zu entfernen und zwecks Trocknung die Türen und Luken der Wagen zu öffnen. Bei Frostwetter kann an Stelle von kaltem warmes Wasser zur Reinigung der Wagen verwendet werden. Es ist darauf zu achten, daß das zur Reinigung der Wagen verbrauchte Wasser frei abfließen kann.

Gepolsterte Wagen sind in der Weise zu reinigen, daß die gepolsterten Stücke aus dem Wagen entfernt, gründlich ausgeklopft und rein gebürstet werden. Der Desinfektion der Wagen hat stets eine vorschriftsmäßige Reinigung (vergl. den vorhergehenden Absatz) vorauszugehen. Darauf ist die Desinfektion in der Weise vorzunehmen, daß Boden, Decke und Wände mit einer 4%igen wässerigen Lösung von Kreolin, Lysol oder roher Karbolsäure oder einer 2%igen Lösung von roher Salzsäure oder Schwefelsäure überstrichen werden. Nach beendeter Desinfektion sind alle Türen und Luken zu öffnen, damit die Luft die Wagen inwendig schnell trocknen und jeden tierischen Geruch entfernen kann. Alle metallischen Teile im Wagen sind kurz nach ihrer Desinfektion mit Wasser abzuspülen. Gepolsterte Wagen sind nach Entfernung und Verbrennung der Polsterungen in der angegebenen Weise zu desinfizieren. Eine Desinfektion der Eisenbahnviehwagen in der eben beschriebenen Art soll in der Regel nur auf besondere Anordnung des zuständigen Tierarztes oder der Polizei oder der Eisenbahnverwaltung vorgenommen werden. Ohne eine solche besondere Anordnung ist sie in Anwendung zu bringen, wenn sicher oder doch höchstwahrscheinlich eine Ansteckung der Wagen durch eine der staatlichen Bekämpfung unterliegende ansteckende Krankheit anzunehmen ist. Dies ist namentlich der Fall, wenn kranke oder tote Tiere in dem Wagen angekommen sind, sofern nicht

der Nachweis erbracht wird, daß die Krankheit oder der Tod der Tiere auf andere Ursachen als auf ansteckende Krankheiten zurückzuführen ist. Schließlich sind die Eisenbahnviehwagen auch zu desinfizieren, und zwar gegen eine Gebühr von 2 Kronen für den Wagen, wenn die Versender von Tieren bei der Bestellung von Wagen oder genügend lange vor der Einladung der Tiere die Desinfektion der Wagen verlangen.

Die losen Teile der Wagen sowie alle diejenigen Gegenstände, die beim Ver- und Entladen, bei der Beförderung, Fütterung, zum Tränken oder Anbinden der Tiere oder zu ähnlichen Zwecken Verwendung gefunden haben, sind in gleicher Weise wie die Wagen zu desinfizieren. Feste Rampen, Viehställe sowie die innerhalb des Bahnhofsgebiets benützten Wege sind von Mist, Streu u. dergl. zu reinigen und im Falle einer wirklichen oder wahrscheinlichen Ansteckung oder auf besondere Anordnung der Eisenbahnverwaltung auch zu desinfizieren. Die Reinigung, gegebenenfalls auch die Desinfektion hat nach jeder Benutzung, jedoch nicht mehr als einmal täglich stattzufinden.

Hinsichtlich der zur Ausfuhr von Vieh dienenden Schiffe kann der König auf Grund des Viehseuchengesetzes nähere Vorschriften erlassen mit Bezug auf ihre Einrichtung und die nötige Versorgung der Tiere mit Futter und Trinkwasser sowie mit Bezug auf gute Behandlung der Tiere während der Fahrt. Wegen der Desinfektion solcher Schiffe (vergl. Abschnitt: „f Maßnahmen zur Verhütung der Seuchenverschleppung nach dem Auslande“ S. 429).

D. Viehmarktwesen.

Nach den Gesetzen, betreffend kommunale Schlachthäuser, Fleischkontrolle usw., vom 27. Juni 1892 und 25. Juli 1910[1]) kann jede Gemeindeverwaltung mit Genehmigung des Königs bestimmen, daß der Handel mit näher bestimmten Haustierarten nur unter Aufsicht auf einem dazu bestimmten Markte oder Platze stattfinden darf. Auf gleiche Weise können die Gemeindeverwaltungen für die Benutzung der Märkte Gebühren erheben, deren Höhe nach denselben Grundsätzen zu bemessen ist, wie für öffentliche Schlachthäuser (vergl. den Abschnitt: „B Öffentliche Schlachthäuser“ S. 432).

Die veterinärpolizeiliche Beaufsichtigung von Viehmärkten oder anderen großen Tieransammlungen durch staatliche Tierärzte kann vom zuständigen Amtmann angeordnet werden. Dieser kann auch die Zulassung männlicher Zuchttiere zum Deckgeschäft von einer tierärztlichen Untersuchung auf Kosten des Tiereigentümers abhängig machen.

IV. Bekämpfung der Viehseuchen.

A. Abwehrmaßregeln gegen die Einschleppung von Viehseuchen aus dem Auslande.

Auf Grund des Gesetzes, betreffend Maßregeln gegen die ansteckenden Krankheiten der Haustiere, vom 14. Juli 1894[2]) kann der König die zur Verhütung der Einschleppung ansteckender Haustierkrankheiten aus dem Ausland erforderlichen Vor-

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1910, S. 1205.

[2]) Desgl. 1896, S. 228.

sichtsmaßregeln anordnen. Zu diesem Zwecke kann er die Einfuhr von Tieren und ansteckungsverdächtigen Gegenständen aus fremden Ländern oder Landesteilen, aus denen eine Seucheneinschleppung zu befürchten ist, verbieten. Weiterhin kann er anordnen, daß Tiere nur über bestimmte norwegische Häfen oder sonstige Orte und nach vorausgegangener tierärztlicher Untersuchung und Erledigung einer Quarantäne auf Kosten des Einführenden eingeführt werden dürfen, und daß Tiere, die bei der Einfuhr an einer ansteckenden Krankheit leiden oder der Ansteckungsgefahr ausgesetzt waren, ohne Entschädigung getötet werden müssen.

Die Erlaubnis zur ausnahmsweisen Einfuhr einzelner Tiere oder Gegenstände aus Ländern, aus denen die Einfuhr verboten ist, kann in besonderen Fällen vom Landwirtschaftsministerium erteilt werden.

Mit Bezug auf die Verbote und Beschränkungen der Einfuhr von Tieren, tierischen Rohstoffen und Erzeugnissen sowie von sonstigen Gegenständen ausländischer Herkunft, die Träger von Seuchenkeimen sein können, sind zahlreiche Königliche Verordnungen ergangen, von denen die Verordnung vom 16. Juli 1907[1]) grundlegend ist.

Der Stand der diesbezüglichen Einfuhrverbote und -beschränkungen Norwegens gegenüber dem Ausland war am 11. Oktober 1912 folgender:

a) Bestimmungen über die Einfuhr von lebenden Tieren.

Aus Schweden dürfen Pferde und andere Tiere des Pferdegeschlechts nur unter der Bedingung eingeführt werden, daß für jedes der einzuführenden Tiere ein von der Polizeibehörde oder einem norwegischen Konsul beglaubigtes Gesundheitszeugnis beigebracht wird, in dem bescheinigt ist, daß sich das Tier während der letzten 6 Monate in Schweden befunden hat, daß es gesund ist und zu einer Seuchenverschleppung keinen Anlaß gibt. Die im Grenzverkehre benutzten Pferde, die die Grenze überschreiten, um wieder nach Schweden zurückzukehren, werden von dieser Vorschrift nicht berührt.

Die Einfuhr von Rindern, Schafen und Ziegen aus Schweden zur Zucht oder zum Zwecke der Schlachtung ist unter folgenden Bedingungen gestattet: 1. Es muß durch das Zeugnis eines hierfür zuständigen schwedischen Tierarztes, einer schwedischen Polizeibehörde oder des Vorstehers einer schwedischen Grenzzollstation bestätigt werden, daß die Tiere aus einem Bezirke stammen, in dem während der letzten 6 Monate Maul- und Klauenseuche oder bösartige Lungenseuche nicht geherrscht hat, und daß die Tiere innerhalb der letzten 6 Monate aus dem Ausland nicht eingeführt worden sind. 2. Die Tiere dürfen nur eingeführt werden, entweder a) mit der Eisenbahn oder zur See unmittelbar nach Fredrikshald oder Kristiania oder auf dem nächsten Landweg nach den Eisenbahnstationen Praestebakke oder Kornsjö, von wo aus die Tiere baldmöglichst mit der Eisenbahn nach Fredrikshald befördert werden müssen; b) auf dem Allingmowege oder über Svinesund durch den Bezirk Berg auf dem nächsten Wege nach Fredrikshald; c) mit der Eisenbahn unmittelbar nach Drontheim zwecks Schlachtung daselbst. 3. Die Tiere müssen gekennzeichnet oder in dem

---

[1]) Veröffentl. d. Kaiserl. Gesundheitsamts 1907, S. 1280.

Zeugnis so beschrieben sein, daß die Feststellung ihrer Nämlichkeit möglich ist. 4. Bei der Ankunft sind die Tiere zwecks tierärztlicher Untersuchung nach einem hierzu bestimmten eingefriedigten Viehhof zu schaffen. 5. Die zu Zuchtzwecken bestimmten Rinder sind während 48 Stunden in einer besonderen Abteilung des Viehhofs unterzubringen und der Tuberkulinprobe zu unterwerfen. 6. Die bei dieser Untersuchung tuberkulös oder tuberkuloseverdächtig befundenen Rinder sind auf der Haut mit einem T zu brandmarken. 7. Zur Schlachtung bestimmte Rinder sind auf der Haut mittels Brandstempels mit einem S zu kennzeichnen. 8. Die mit den Brandmarken T und S versehenen Tiere müssen innerhalb 4 Tagen nach ihrer Einfuhr unter Einhaltung der vom Landwirtschaftsministerium festgesetzten Bestimmungen geschlachtet werden. Nach Kristiania oder Fredrikshald eingeführte Tiere sollen bis zu ihrer Schlachtung im Quarantänestall verbleiben. Jedoch dürfen nach Fredrikshald eingeführte Tiere von dort unmittelbar nach dem Quarantänestall in Kristiania oder zum Zwecke der Schlachtung in letztgenannter Stadt ausgeführt werden. Der Vorsteher des Quarantänestalles hat die rechtzeitige Abschlachtung der Tiere zu überwachen und den Ort und Zeitpunkt der Schlachtung in einem Buche zu vermerken. 9. Die bei der Tuberkulinprüfung unverdächtig befundenen Rinder sind in augenfälliger Weise mit dem Worte „Sund" sowie mit der Jahreszahl der stattgehabten Untersuchung zu kennzeichnen. 10. Für die Unterbringung, Untersuchung, Kennzeichnung, Fütterung und Pflege der Tiere in der Quarantäneanstalt, ferner für die Beschaffung von Tuberkulin und Instrumenten sowie schließlich für Reinigung und Desinfektion des Stalles kann die Gemeinde, deren Eigentum die Quarantäneanstalt ist, vom Tierbesitzer eine vom Landwirtschaftsministerium festgesetzte Abgabe erheben. 11. Bezüglich der ordnungsmäßigen Einfuhr, des Schlachtens, der Untersuchung und Kennzeichnung der Tiere sowie bezüglich der Beschaffenheit der Zeugnisse und Protokolle kann das Landwirtschaftsministerium nähere Bestimmungen treffen.

Aus allen anderen Ländern ist die Einfuhr von Wiederkäuern (Rindvieh, Schafen, Ziegen und anderen wiederkauenden Tieren) verboten. Der nach Norwegen stattfindende Verkehr mit Renntieren wird jedoch von diesem Verbote nicht berührt.

Die Einfuhr von Schweinen ist aus allen Ländern, mit Ausnahme der russischen Häfen am Nördlichen Eismeer und am Weißen Meere, von wo aus diese Tiere nach Finmarken eingeführt werden dürfen, verboten. Aus Finmarken ist die Einfuhr von Schweinen nach den übrigen Bezirken des Landes untersagt.

Hunde dürfen aus Schweden und Dänemark unter der Bedingung eingeführt werden, daß die Tiere laut einer von der Polizeibehörde des Ausfuhrlandes oder von einem norwegischen Konsul angestellten Bescheinigung innerhalb der letzten 6 Monate aus keinem anderen Lande als Norwegen in das Ausfuhrland eingeführt worden sind. Aus allen anderen Ländern ist die Einfuhr von Hunden verboten. Hunde, die zum Überwachen von Renntierherden benutzt werden und zusammen mit den Besitzern oder Wächtern dieser Herden aus Schweden kommen, dürfen frei eingeführt werden. Dies ist auch der Fall, wenn die Lappen bei dem Umzug nach Norwegen finuländisches Gebiet durchzogen haben.

b) Bestimmungen über die Einfuhr von tierischen Rohstoffen und Erzeugnissen sowie von sonstigen Gegenständen, die Träger von Seuchenkeimen sein können.

Die Einfuhr von Häuten und Fellen aus Schweden und Dänemark nach Norwegen ist bis auf weiteres unter der Bedingung gestattet, daß die Ware mit einer von der Polizeibehörde des Ausfuhrlandes oder von einem norwegischen Konsul ausgestellten Bescheinigung darüber versehen ist, daß die Häute oder Felle in dem Ausfuhrland eingekauft und dorthin nicht etwa in rohem Zustand aus fremden Ländern eingeführt worden sind. Im übrigen ist die Einfuhr von rohen Teilen, die von Wiederkäuern oder Schweinen stammen, von unzubereiteten Fellen und Häuten, ausschließlich der getrockneten und gesalzenen, von unbearbeiteten, unzubereiteten und ungereinigten Haaren und Borsten, die vorher nicht desinfiziert worden sind, sowie von Mäulern und Klauen von Wiederkäuern und Schweinen aus allen Ländern verboten. Die Einfuhr von ungesalzenem oder unzubereitetem Fleische und Specke sowie von ungeschmolzenem Talge aus Österreich, Italien, Griechenland, der Türkei und Rußland und allen außereuropäischen Ländern ist verboten. Es ist jedoch erlaubt, von den am Nördlichen Eismeer und am Weißen Meere gelegenen russischen Häfen gefrorenes Renntierfleisch nach Finmarken einzuführen.

Die Einfuhr von Gras, Heu und Stroh zu Fütterungszwecken ist aus allen Ländern, mit Ausnahme von Schweden und der am Nördlichen Eismeer und am Weißen Meere gelegenen russischen Häfen, verboten. Von dort her dürfen die genannten Waren nach Finmarken eingeführt werden.

Die Einfuhr gebrauchter ausländischer Stallgeräte, die nicht nachweislich einer Desinfektion unterlegen haben, ist verboten.

c) Quarantäneanstalten.

Quarantäneanstalten sind errichtet auf dem ungefähr 6 km von Stavanger entfernten Eigentum Ytre Voulen sowie in Kristiania, Frederikshald und Drontheim. Die Quarantäneanstalt auf dem Eigentum Ytre Voulen ist für solche Tiere eingerichtet, deren Einfuhr mit besonderer behördlicher Erlaubnis gestattet worden ist. In letzterer sind jeweils auch die näheren Einfuhrbedingungen festgesetzt. Die übrigen drei Quarantäneanstalten dienen dem Einfuhrverkehre mit Hornvieh aus Schweden und Dänemark.

B. Bekämpfung der Viehseuchen im Inlande.

Für die Viehseuchenbekämpfung im Inland sind die Bestimmungen des Gesetzes, betreffend Maßregeln gegen die ansteckenden Krankheiten der Haustiere, vom 14. Juli 1894, maßgebend.

a) Organisation und Handhabung der Veterinärpolizei.

Auf Grund des bereits erwähnten Viehseuchengesetzes vom 14. Juli 1894 hat das Landwirtschafts-Ministerium die zur Verhütung von Seuchenverschleppungen erforderlichen Maßregeln anzuordnen. Des weiteren sind von ihm Vorschriften zu er-

lassen zur Verhütung von Seuchenverschleppungen auf Märkten, Tierschauen und dergl., bei Beförderung von Tieren innerhalb des Landes und durch Verwendung von Erzeugnissen seuchenkranker Tiere. Zusammenfassende Ausführungsvorschriften dieser Art sind bis jetzt nicht erlassen worden. Dagegen sind seitens dieser Behörde und des Veterinärdirektors für die Bekämpfung einzelner Seuchen Anweisungen ergangen. Soweit dies nicht der Fall ist und soweit das Viehseuchengesetz nicht besondere Bestimmungen zur Bekämpfung einzelner Seuchen enthält, haben beim Ausbruch einer der Anzeigepflicht unterliegenden Seuche die allgemeinen Vorschriften des genannten Gesetzes entsprechende Anwendung zu finden.

Die unmittelbare Anordnung der veterinärpolizeilichen Maßregeln beim Ausbruch einer Seuche liegt in den Händen der Amtmänner und der beamteten Tierärzte. Den Anordnungen dieser Beamten ist von den Tiereigentümern Folge zu leisten. Die Polizeiorgane haben die Pflicht, die Durchführung der Anordnungen zu unterstützen. Privattierärzte sind nur in dringenden Fällen zur staatlichen Seuchenbekämpfung verpflichtet. Wird auf die Nachricht von dem Ausbruch einer der staatlichen Bekämpfung unterliegenden Seuche von einem dieser Tierärzte die Untersuchung des Falles abgelehnt, so haben sie die zuständige Behörde unverzüglich hiervon in Kenntnis zu setzen.

b) Der staatlichen Bekämpfung unterliegende Tierkrankheiten.

Die der staatlichen Bekämpfung unterliegenden Haustierkrankheiten werden in die bösartigen und die milderen ansteckenden Krankheiten eingeteilt. Haustiere, die an einer bösartigen ansteckenden Krankheit, ausgenommen Schafräude, leiden, dürfen nur von geprüften Tierärzten behandelt werden.

Zu den bösartigen ansteckenden Krankheiten werden gerechnet: Rinderpest, Milzbrand und die Krankheiten ähnlicher Art (Rauschbrand, Bradsot der Schafe), Tollwut der Hunde, Rotz, Maul- und Klauenseuche, Lungenseuche und bösartiges Katarrhalfieber beim Hornvieh, Pocken und Räude der Schafe, Schweinepest.

Der König kann diese Krankheiten, auch soweit sie bei anderen als den genannten Tieren vorkommen, ferner jede andere ansteckende Krankheit unter den Haustieren der Liste der bösartigen ansteckenden Krankheiten einreihen, sofern diese Krankheiten in größerer Ausdehnung auftreten oder einen bösartigen Charakter annehmen. Ebenso kann der König bestimmen, daß eine bisher den bösartigen ansteckenden Krankheiten zugerechnete Krankheit als mildere ansteckende Krankheit behandelt wird.

Zu den milderen ansteckenden Krankheiten werden gerechnet: Brustseuche, Influenza, Druse, Strengel, ansteckende Maulentzündung und Beschälseuche bei Pferden, Räude und Pocken bei anderen Tieren als bei Schafen, Ringflechte bei allen Haustieren, Akarusräude bei Hunden, Fieberkrankheiten aller Art, Tuberkulose, seuchenhaftes Verkalken beim Rindvieh und Rotlauf der Schweine.

1. Bösartige ansteckende Krankheiten.

α) Anzeigepflicht und Maßnahmen vor polizeilichem Einschreiten.

Ist ein Tier von einer bösartigen ansteckenden Krankheit ergriffen worden oder daran gestorben oder liegt Grund zu dieser Annahme vor, so hat derjenige, in dessen Gewahrsam sich das Tier zur Zeit der Erkrankung oder des Todes befindet, so schnell wie möglich einen geprüften Tierarzt hinzuzuziehen oder der Polizeibehörde, und zwar in Städten dem Polizeimeister, auf dem Lande dem Lehnsmann[1]), unverzüglich Anzeige zu erstatten. Die Polizeibehörde hat von jeder bei ihr eingehenden Seuchenmeldung sofort einen geprüften Tierarzt zu benachrichtigen. Bis zur Ankunft des Tierarztes hat der Besitzer oder dessen Vertreter die seuchenkranken oder -verdächtigen Tiere nach Möglichkeit einzusperren oder abzusondern und die Kadaver von solchen Tieren entsprechend zu verwahren.

Erhält ein Tierarzt auf irgend eine Weise Kenntnis von dem Auftreten einer bösartigen ansteckenden Krankheit, so hat er sofort an Ort und Stelle die Art der Krankheit festzustellen.

β) Staatliche Maßnahmen beim Ausbruch einer bösartigen ansteckenden Krankheit im allgemeinen.

Wird der Ausbruch einer bösartigen Seuche festgestellt, so hat der Tierarzt, der die Feststellung gemacht hat, die Absonderung der seuchenkranken und -verdächtigen Tiere, die unschädliche Beseitigung der Kadaver und der den Ansteckungsstoff enthaltenden Abfälle sowie die Reinigung und Desinfektion anzuordnen. Über den Krankheitsbefund und die von ihm getroffenen Maßnahmen hat er unter Benutzung eines besonderen Formulars an den Veterinärdirektor und an die Gesundheitskommission des Seuchenorts zu berichten. Letztere hat den tierärztlichen Bericht an den zuständigen Amtmann weiterzureichen. Der Amtmann hat die zur Verhütung der Weiterverbreitung der Seuche erforderlichen Maßnahmen zu treffen. Zu diesem Zwecke kann er die verseuchten und die der Ansteckung verdächtigen Bestände für die Dauer der Seuche oder der Ansteckungsgefahr unter polizeiliche Beobachtung stellen und anordnen, daß

1. der Bestand tierärztlich untersucht wird, so oft es die Umstände erfordern,
2. zum Tierbestande gehörige Tiere oder Gegenstände, die Träger des Ansteckungsstoffes sein können, aus dem Gehöfte nicht entfernt werden dürfen,
3. Unbefugten der Zutritt zu dem Viehbestande verboten ist,
4. neue Tiere in Bestände, in denen Rinderpest, Lungenseuche, Maul- und Klauenseuche, Rotz oder Schweinepest herrscht oder geherrscht hat, nicht eingestellt werden dürfen,
5. zur Kontrolle, ob die unter Ziffer 4 genannte Vorschrift befolgt wird, ein Verzeichnis der Tiere des Bestandes angelegt wird, und daß die zum Bestande gehörigen Tiere mit einem Zeichen versehen werden.

---

[1]) Unterste Verwaltungsbehörde auf dem Lande.

Unter besonderen Umständen kann der Amtmann auch die Benutzung von Weideplätzen und anderen Stellen, die ihm in seuchenpolizeilicher Hinsicht gefährlich erscheinen, verbieten und bei starker Verbreitung einer Seuche in einer Gegend eine allgemeine tierärztliche Untersuchung sämtlicher Viehbestände in erforderlichem Umfang anordnen.

Das Landwirtschaftsministerium ist unter besonderen Umständen befugt:

1. die Abhaltung von Märkten oder größeren Tieranhäufungen in solchen Landesteilen zu verbieten, in denen unter den Haustieren ansteckende Krankheiten herrschen oder wohin eine Verschleppung des Ansteckungsstoffes zu befürchten ist,
2. den Transport von Tieren von einem Landesteil nach dem anderen entweder ganz zu verbieten oder nur unter gewissen Vorsichtsmaßregeln zuzulassen.

Die Impfung von Tierbeständen gegen eine Seuche ist nur mit Genehmigung des Landwirtschaftsministers gestattet. Ist anzunehmen, daß durch die Impfung der Verbreitung einer Seuche Einhalt geboten wird, so kann von dem genannten Ministerium die Impfung hinsichtlich aller der Ansteckungsgefahr ausgesetzten Tiere verfügt werden.

Für jedes geimpfte Tier steht dem Tierarzt eine vom Landwirtschafts-Ministerium festzusetzende Entschädigung zu.

γ) Tötung erkrankter Tiere und Entschädigung aus der Staatskasse.

Beim Verdachte von Rinderpest, Lungenseuche und Schweinepest kann der zuständige Amtmann zur sicheren Ermittlung der Krankheit die Tötung und Zerlegung von 1 bis 3 Tieren anordnen. Weiterhin ist die Tötung auf Anordnung des Amtmanns vorgeschrieben 1. für alle Tiere, die nach dem Gutachten des zuständigen Tierarztes an Rinderpest, Lungenseuche oder Schweinepest leiden, sofern das zuständige Ministerium keine anderen Bestimmungen trifft; 2. für rotzkranke Pferde; 3. für alle tollwutkranken Tiere sowie für Hunde und Katzen, die von tollwutkranken Tieren gebissen worden sind.

Zur Anordnung der Tötung ganzer Bestände, in denen Rinderpest, Lungenseuche, Maul- und Klauenseuche oder Schweinepest ausgebrochen ist, ist nur das Landwirtschaftsministerium befugt.

Dem Besitzer von Tieren, die wegen Rinderpest, Lungenseuche, Rotz, Maul- und Klauenseuche oder Schweinepest auf behördliche Anordnung getötet werden oder die infolge einer behördlich angeordneten Impfung verenden, steht ein Anspruch auf Entschädigung zu.

Es werden zu vollem Werte entschädigt alle Tiere, die bei der Zerlegung mit keiner der vorgenannten Seuchen behaftet gefunden werden sowie alle infolge einer behördlich angeordneten Impfung verendeten Tiere. Die Entschädigung erfolgt zu $^2/_3$ des Wertes für alle Tiere, die sich bei der Zerlegung als mit Rinderpest, Lungenseuche oder Maul- und Klauenseuche behaftet erweisen, und zur Hälfte des Wertes für Tiere, bei denen Rotz oder Schweinepest festgestellt wird. In keinem Falle darf aber die Entschädigungssumme für den vollen Wert 600, für $^2/_3$ des Wertes 400 und

für die Hälfte des Wertes 300 Kr. übersteigen. Eine Entschädigung wird dem Besitzer nur dann gewährt, wenn die zu entschädigenden Tiere sich während mindestens 6 Monaten im Lande befunden haben, sofern nicht nachgewiesen wird, daß die Ansteckung der Tiere ohne Verschulden des Eigentümers erst nach der Einfuhr erfolgt ist, und sofern der Entschädigungsanspruch vor der Tötung der Tiere geltend gemacht worden ist.

Die Entschädigung ist zu versagen, wenn der Tiereigentümer durch die Einfuhr verseuchter Tiere aus dem Ausland oder durch Übertretung der angeordneten Vorsichtsmaßregeln oder auf andere Weise den Schaden selbst verschuldet hat.

Sofern Entschädigungsansprüche von einem Tierbesitzer geltend gemacht werden, sind die Tiere vor ihrer Tötung von einem Polizeibeamten und zwei von ihm hierzu bestimmten Sachverständigen abzuschätzen. Durch die Schätzung ist der Wert der Tiere zu bestimmen, den sie im gesunden Zustand gehabt haben würden. Von dem geschätzten Werte ist der Wert der verwertbaren Teile der getöteten Tiere in Abzug zu bringen.

Die Kadaver der getöteten Tiere sind erforderlichenfalls von einem behördlich dazu bestimmten Tierarzt zu zerlegen. Über das Ergebnis der Zerlegung hat der Tierarzt durch Vermittlung des zuständigen Amtmanns dem Landwirtschaftsministerium Bericht zu erstatten. Dem Besitzer ist die Zuziehung eines weiteren Tierarztes als Sachverständigen zur amtlichen Zerlegung des Tierkörpers auf eigene Kosten freigestellt. In Zweifelsfällen oder beim Bestehen von Meinungsverschiedenheiten zwischen den beiden tierärztlichen Sachverständigen hat ein vom Ministerium hiermit beauftragter Sachverständiger zu entscheiden.

Die Entschädigungsbeträge für Tiere sowie die durch Abschätzung und Abschlachtung von Tieren oder durch Vernichtung von Futter, Gerätschaften und dergl. verursachten Kosten werden aus der Staatskasse bezahlt, sofern die Krankheit, wegen der die Tiere auf behördliche Anordnung getötet worden sind, nicht vorgelegen hat, oder wenn die Tiere infolge einer behördlich angeordneten Impfung eingegangen sind. Anderenfalls werden die Kosten je zur Hälfte von der Staatskasse und von der Kasse der Amts-, Stadt- oder Marktgemeinde getragen. Schließlich werden die Kosten für tierärztliche Dienstreisen, die im Interesse des Staates unternommen werden, sowie für die Ausführung behördlich angeordneter Impfungen aus der Staatskasse bestritten. Dagegen fallen die Kosten für Pflege, Absonderung oder Desinfektion seuchenkranker oder -verdächtiger Tiere, Desinfektion von Stallungen, Gerätschaften und dergl. sowie für Vergrabung oder Vernichtung von toten Tieren dem Tiereigentümer zur Last. Auch die durch Behandlung kranker Tiere entstandenen Kosten sind von dem Besitzer zu tragen, sofern nicht von der betreffenden Amts-, Stadt- oder Marktgemeinde besondere Bestimmungen hierüber erlassen sind. Alle übrigen durch Maßregeln zur Bekämpfung von Tierseuchen im Inland verursachten und bei Mittellosigkeit des Tiereigentümers auch alle diesem zur Last fallenden Kosten sind von den Kassen der Amts-, Stadt- oder Marktgemeinden zu tragen.

δ) Besondere Vorschriften beim Ausbruch einzelner bösartiger ansteckender Krankheiten.

Besondere Vorschriften für die Bekämpfung einzelner bösartiger ansteckender Krankheiten enthält das Viehseuchengesetz vom 14. Juli 1894 nur hinsichtlich der Rinderpest und der Tollwut.

Im übrigen ist unterm 28. September 1891 von dem Veterinärdirektor eine Anweisung über die Verhaltungsmaßregeln beim Ausbruch des Milzbrandes, Rauschbrandes und Bradsot der Schafe herausgegeben worden.

Rinderpest.

Beim Ausbruch der Rinderpest ist jeder Eigentümer oder Aufseher von Wiederkäuern innerhalb eines vom zuständigen Amtmann bestimmten Gebietes verpflichtet, sofort jeden in seinem Viehbestand eingetretenen Fall innerer Erkrankung zur Anzeige zu bringen. Der Amtmann kann jeden unnötigen Verkehr zwischen verseuchten und seuchefreien Tieren innerhalb dieses Gebietes untersagen, und das Landwirtschaftsministerium ist befugt, die Absperrung der ergriffenen Bezirke anzuordnen.

Tollwut.

Sind in Städten oder ländlichen Bezirken oder in deren Nähe Fälle von Tollwut vorgekommen, so kann der zuständige Amtmann durch öffentliche Bekanntmachung die Einsperrung, Festlegung oder den Maulkorbzwang für alle Hunde anordnen. Des weiteren kann er unter besonderen Umständen bestimmen, daß auf öffentlichen Straßen oder Wegen Hunde nur an der Leine und nur von Erwachsenen geführt werden dürfen, auch wenn sie mit Maulkörben versehen sind. Für größere oder kleinere Landesteile können diese Vorschriften nur vom Landwirtschaftsministerium erlassen werden. Hunde, die in verbotswidriger Weise im Freien angetroffen werden, sind auf Veranlassung der Polizei einzufangen und entweder sofort oder innerhalb einer von der Polizei festzusetzenden Frist zu töten. Die eingefangenen Hunde können während dieser Frist gegen Erstattung der Aufbewahrungskosten von den Eigentümern ausgelöst werden.

Milzbrand, Rauschbrand und Bradsot der Schafe.

Kranke und seucheverdächtige Tiere sind von gesunden Tieren möglichst abzusondern. Die gesunden Tiere sollen zu diesem Zwecke aus dem Krankenstalle entfernt und, wenn angängig, in einem anderen Gehöft untergebracht werden. Es ist darauf zu achten, daß Schweine, Hunde, Katzen und Geflügel mit kranken Tieren oder deren Abgängen nicht in Berührung kommen. Ebenso dürfen die Wärter kranker Tiere nicht mit gesunden in Berührung kommen. Blutige Operationen an kranken oder verdächtigen Tieren dürfen nur von Tierärzten vorgenommen werden. Die Tötung kranker oder seuchenverdächtiger Tiere ist nur gestattet, sofern die sofortige Vergrabung oder Verbrennung und die Vornahme der Desinfektion möglich ist. Verendete Tiere sind sofort zu vergraben, zu verbrennen oder bei 100° C auszukochen. Die Zerlegung der Kadaver darf nur auf dem Verscharrungsplatz oder an einer anderen

Stelle, wo eine gründliche Desinfektion möglich ist, vorgenommen werden. Das Abhäuten gefallener oder getöteter Tiere ist verboten, ebenso die Verwertung der Wolle, des Fleisches und des Fettes. Blut und Abgänge gefallener Tiere sind zu verbrennen oder zu vergraben. Eine Verstreuung der Abgänge beim Transport ist zu vermeiden. Der Verscharrungsplatz muß 20 m von bewohnten Orten und Wegen, von Flußläufen mindestens 5 m entfernt sein. Der Boden soll für Wasser durchlässig sein. Das Grab muß so tief sein, daß der Kadaver, der vorher mit ungelöschtem Kalke zu bestreuen ist, von einer mindestens 1 m hohen Erdschicht bedeckt ist. Rings um das Grab ist ein $^1/_2$ m tiefer Graben zu ziehen, der mit Wasser anzufüllen ist. Außerdem ist der Verscharrungsplatz einzuzäunen. Seine Benutzung zur Aufbewahrung von Futter oder sonstigen, die Verschleppung des Ansteckungsstoffes ermöglichenden Gegenständen, ist verboten.

Die Ställe der kranken Tiere und die bei diesen verwendeten Gegenstände sind nach Vorschrift des Tierarztes zu reinigen und zu desinfizieren. Die Räume sind womöglich während der Dauer von 8 Tagen zu durchlüften. Die Reinigung hat mit Bürsten, Besen, Wasser, Seife und Soda stattzufinden. Zur Desinfektion sollen rohe Karbolsäure in Verbindung mit Salz- und Schwefelsäure, Chlorkalkwasser oder Sublimatlösung verwendet werden. Das Mauerwerk ist nach der Desinfektion mit Kalkmilch zu tünchen. Der Fußboden ist je nach seiner Beschaffenheit aufzureißen und zu desinfizieren. Die Milch und Molkereiprodukte kranker oder verdächtiger Tiere sind unschädlich zu beseitigen. Von den übrigen Tieren eines verseuchten Bestandes darf die Milch nur verwendet werden, wenn sie von Tieren stammt, die nach der Erklärung des Tierarztes vollkommen frei von verdächtigen Krankheitserscheinungen sind.

Personen mit offenen Wunden dürfen mit kranken oder verdächtigen Tieren in keinerlei Berührung kommen.

Wer mit kranken oder verdächtigen Tieren in irgendwelche Berührung gekommen ist, hat sich zu reinigen und zu desinfizieren. Die Kleider solcher Personen sind auszukochen.

2. Mildere ansteckende Krankheiten.

a) Allgemeines.

Von dem Auftreten einer milderen ansteckenden Krankheit hat der Tierbesitzer oder derjenige, in dessen Obhut sich die Tiere befinden, einem geprüften Tierarzt, einem Polizeibeamten oder einem Lehnsmann Anzeige zu erstatten und die kranken Tiere von Märkten, Tierschauen, fremden Weiden und Stallungen fern zu halten. Sofern das Ministerium für einzelne Krankheiten nicht andere Bestimmungen erläßt, dürfen kranke Tiere zur Abschlachtung verkauft und zu diesem Zwecke auch nach einer abgesonderten Abteilung eines Handelsmarktes verbracht werden. Die Polizeibeamten und die Lehnsmänner haben von jeder bei ihnen eingehenden Meldung über den Ausbruch einer milderen ansteckenden Krankheit den zuständigen Tierarzt zu benachrichtigen. Hält dieser das Auftreten der betreffenden Krankheit für besorgniserregend, so hat er dem Amtmann hierüber Meldung zu erstatten. Nötigenfalls kann der Amtmann den Tierarzt mit einer sofortigen Untersuchung der Tiere an Ort und

Stelle beauftragen und auf dessen Vorschlag Vorschriften über die Absonderung und Desinfektion erlassen.

Vom Landwirtschaftsministerium können Bestimmungen erlassen werden über die näheren Verhaltungsmaßregeln beim Ausbruch der milderen ansteckenden Krankheiten und über die Verwendung und den Verkauf von Fleisch und Milch der mit diesen Krankheiten behafteten Tiere. Auch kann das genannte Ministerium verfügen, daß zum Zwecke der Abschlachtung verkaufte kranke Tiere, die später bei einem neuen Eigentümer lebend angetroffen werden, innerhalb einer bestimmten Frist auf Kosten der Eigentümer geschlachtet werden müssen.

β) Besondere Vorschriften für die Bekämpfung einzelner milderer ansteckender Krankheiten.

Tuberkulose.

Für die Bekämpfung der Tuberkulose unter den Rindviehbeständen gelten außer den allgemeinen Bestimmungen auch die in dem Rundschreiben des Direktors für das zivile Veterinärwesen, betr. die Bekämpfung der Tuberkulose unter den Rindviehbeständen, vom 7. April 1905 enthaltenen besonderen Anweisungen und Bestimmungen. Danach können Tierbesitzer bei dem Landwirtschaftsministerium die Tuberkulinuntersuchung ihrer Rindviehbestände auf Staatskosten beantragen. Zu diesem Zwecke haben die Tierbesitzer ein Gesuch an das Landwirtschaftsministerium einzureichen, worin sie sich, im Falle der Feststellung der Tuberkulose, spätestens 3 Wochen nach stattgehabter Untersuchung zur Durchführung der nachstehend benannten Maßnahmen verpflichten:

1. Tuberkulöse und tuberkuloseverdächtige Tiere sind von den gesunden Tieren abzusondern und im Stalle oder auf der Weide von den letzteren getrennt zu halten und zu pflegen.

2. Der Stall, in dem sich tuberkulöse oder tuberkuloseverdächtige Tiere befunden haben, ist nach Vorschrift des Tierarztes zu reinigen.

3. Mit Tuberkulose des Euters oder der Lungen behaftete Tiere sind sofort schlachten zu lassen. Der Verkauf oder die Verwendung von Milch solcher Tiere ist nur in gekochtem Zustand gestattet.

4. Neugeborene und neu zugekaufte Tiere müssen vor Einstellung in den Bestand auf Kosten des Tiereigentümers der Tuberkulinprüfung unterworfen werden.

5. Tuberkulöse und tuberkuloseverdächtige Tiere sind auf der Haut oder auf den Hörnern mit einem T zu brandmarken.

6. Die durch die Tuberkulinuntersuchung verursachten Kosten sind von dem Eigentümer der Staatskasse zurückzuerstatten, wenn eine der vorstehend genannten Verpflichtungen vom Tierbesitzer nicht erfüllt wird, und wenn die Schlachtung tuberkulöser Tiere nach bewilligter Entschädigung aus der Staatskasse nicht innerhalb 6 Wochen erfolgt.

Ist ein Rindviehbestand bereits früher mit Tuberkulin untersucht worden, was im Gesuch anzugeben ist, so darf dem Gesuche seitens des Landwirtschaftsministeriums

nur dann eine Folge gegeben werden, wenn der Bestand bei der letzten Untersuchung noch tuberkulöse Tiere aufgewiesen hat, oder wenn in der Zwischenzeit mit Wahrscheinlichkeit eine Ansteckung stattgefunden hat, oder wenn besondere Umstände vorliegen, die eine erneute Untersuchung als erwünscht erscheinen lassen. Über diese Punkte hat der von dem Besitzer für die Untersuchung in Aussicht genommene Tierarzt in dem Gesuche die erforderlichen Aufschlüsse zu erteilen.

Diejenigen Tiere, die bei der Impfung auf Tuberkulin reagiert haben, hat der Tierarzt einer eingehenden klinischen Untersuchung zu unterwerfen, insbesondere hinsichtlich des Vorhandenseins von tuberkulösen Veränderungen im Euter. Über den Ausfall der Untersuchung hat der Tierarzt den Besitzer zu verständigen und ihn zur Durchführung folgender Maßnahmen zu veranlassen:

1. Die tuberkulösen und tuberkuloseverdächtigen Tiere sind entweder durch Errichtung einer Scheidewand im Stalle oder durch Unterbringung der gesunden Tiere in besonderen Ställen von den letzteren zu trennen.

2. Für gesunde und kranke Tiere sind besondere Futter- und Wasserbehälter sowie besondere sonstige Stallgeräte zu verwenden und der für die gesunden Tiere bestimmte Raum sowie die für sie bestimmten Stallgeräte und Futterbehälter sind vorher zu reinigen und zu desinfizieren.

3. Die Wartung und Pflege der gesunden und kranken Tiere ist womöglich besonderen Wärtern zu übertragen. Erfolgt dieselbe durch die gleichen Wärter, so sind die kranken Tiere stets nach den gesunden zu warten. Im übrigen ist jeder Verkehr zwischen den Ställen der gesunden und kranken Tiere zu vermeiden. Nach Wartung und Pflege der kranken Tiere haben sich die Wärter jeweils zu waschen, die Kleider abzubürsten und das Schuhwerk zu reinigen.

4. Von gemeinsamen Weideplätzen sind kranke Tiere fernzuhalten.

5. An Eutertuberkulose oder ausgebreiteter Lungentuberkulose leidende oder infolge von Tuberkulose abgemagerte Tiere sind sobald wie möglich zu schlachten. Die Milch solcher Tiere darf nur in gekochtem Zustand verwendet oder in den Verkehr gebracht werden.

6. Das Fleisch von Tieren, die infolge von Tuberkulose notgeschlachtet worden sind, darf nur in den Verkehr gebracht werden, wenn es vorher tierärztlich untersucht und als menschliches Nahrungsmittel geeignet befunden worden ist.

7. Zur Aufzucht bestimmte Kälber von tuberkulösen Kühen sind von ihren Müttern zu trennen und in einem besonderen Raume unterzubringen. Sofern das Muttertier nicht mit Eutertuberkulose behaftet ist, dürfen die Kälber während der ersten beiden Tage rohe Muttermilch erhalten. Im übrigen ist die zur Ernährung der Kälber dienende Milch tuberkulöser oder tuberkuloseverdächtiger Kühe vorher abzukochen.

8. Die Einstellung neugeborener oder neuzugekaufter Tiere in den gesunden Bestand ist gestattet, wenn diese Tiere auf Grund einer Tuberkulinimpfung als frei von Tuberkulose befunden worden sind.

Das Ergebnis der Untersuchung ist von dem Tierarzt auf einem vorgedruckten Formular alsbald an den Veterinärdirektor einzusenden.

Der Umfang der während der Jahre 1905 bis 1912[1]) auf Staatskosten ausgeführten Tuberkulinimpfungen sowie deren Ergebnisse sind aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich.

Jahr	Insgesamt wurden mit Tuberkulin geimpft		Davon waren mit Tuberkulose behaftet in %	
	Tierbestände	Tiere	Tierbestände	Tiere
1905	1802	13 566	12,4	4,6
1906	1888	14 622	12,0	6,1
1907	1626	12 734	13,4	6,6
1908	1833	14 643	13,9	4,8
1909	2546	20 623	12,3	4,2
1910	3038	21 109	10,9	5,5
1911	3047	26 937	13,8	4,8
1912	3463	20 493	8,3	4,0

Rindviehbesitzern, welche die auf Grund einer auf Staatskosten ausgeführten Tuberkulin-Untersuchung für tuberkulös oder tuberkuloseverdächtig erklärten Rinder schlachten zu lassen wünschen, kann Entschädigung in der Höhe eines Drittels des durch die Abschlachtung verursachten Verlustes aus der Staatskasse bewilligt werden. Die Gewährung einer Entschädigung an Viehbesitzer hat jedoch zur Voraussetzung, daß sich diese in einem Gesuche verpflichten, 1. daß sie die kranken Tiere baldmöglichst schlachten lassen, 2. daß sie die Tiere ihres Bestandes solange jährlich einmal der Tuberkulinprobe unterwerfen, bis der Bestand als tuberkulosefrei gelten kann, 3. daß sie alle bei Wiederholung der Tuberkulinprobe als mit Tuberkulose behaftet befundenen Tiere bei Gewährung der oben genannten Entschädigung aus der Staatskasse schlachten lassen.

In dem Gesuche, das von dem Tiereigentümer an den Tierarzt einzureichen ist, hat letzterer zu bemerken, in welchem Umfang die Schlachtung von Tieren als wünschenswert oder nötig anzusehen ist. Darauf reicht der Tierarzt das Gesuch an den zuständigen Lehnsmann weiter, der es nach Beantwortung einiger an ihn gerichteten Fragen an das Landwirtschaftsministerium weitergibt. Die Durchführung der in dem Gesuche von dem Tierbesitzer übernommenen Verpflichtungen hat der zuständige Tierarzt zu überwachen.

Sofern vom Landwirtschaftsministerium dem Gesuche des Tierbesitzers entsprochen wird, hat der Tierarzt den Tag der Schlachtung und Abschätzung zu bestimmen und den Besitzer hiervon zu benachrichtigen. Die Abschätzung geschieht durch den Tierarzt und einen von ihm hierzu bestimmten Schätzer. Abzuschätzen ist der wirkliche Wert des Tieres, jedoch ohne Rücksicht auf den positiven Ausfall der Tuberkulinprobe. Der Schätzungswert darf 250 Kr. nicht übersteigen. Von diesem Werte ist der Wert der Haut und des verwertbaren Fleisches abzuziehen. Im Falle von Meinungs-

[1]) Veterinaervaesenet oy Kjodkontrollen 1905 bis 1911.

verschiedenheiten zwischen Tierarzt und Schätzer über den Wert des Tieres, seiner Haut oder seines Fleisches ist der aus dem geschätzten Werte dieser beiden errechnete Mittelwert maßgebend. Das geschlachtete Tier ist von dem Tierarzt zu untersuchen. Sofern dieser die Eingeweide oder das Fleisch als untauglich zum menschlichen Genuß erachtet, hat er für deren unschädliche Beseitigung Sorge zu tragen.

Der Verkauf eines abgeschätzten Tieres ist unter der Bedingung gestattet, daß der Tierarzt auf Kosten des Käufers die Schlachtung des Tieres überwacht. Wird das Tier zur Schlachtung in eine Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau verkauft, so ist die Anwesenheit des Tierarztes bei der Schlachtung nicht erforderlich. Über die erfolgte Schlachtung des Tieres ist aber von der Ortspolizei oder von zwei glaubwürdigen Männern des Schlachtortes eine Bescheinigung an das Bureau des Veterinärdirektors einzureichen.

Gelegentlich seiner Anwesenheit bei der Abschätzung und Abschlachtung tuberkulöser Tiere hat der Tierarzt den Tierbesitzer über die zur Verhütung der Weiterverbreitung der Tuberkulose erforderlichen Desinfektionsmaßnahmen zu unterrichten und ihn zu ihrer Durchführung anzuhalten.

Der Tierarzt hat baldmöglichst das von ihm und dem Schätzer unterzeichnete Abschätzungsprotokoll an das Bureau des Veterinärdirektors einzusenden. Gleichzeitig hat der Tierarzt, sofern er bei der Schlachtung zugegen war, auch einen Bericht über das Untersuchungsergebnis der geschlachteten Tiere einzureichen.

Für die im Auftrage des Staates ausgeführten Tuberkulinuntersuchungen sowie für die Aufsicht über die Befolgung der zur Bekämpfung der Tuberkulose angeordneten Maßnahmen wird der Tierarzt aus der Staatskasse entschädigt.

Seuchenhaftes Verkalben.

Nach einem Rundschreiben des Landwirtschaftsministers vom 27. Juni 1907 gelten die auf S. 423 angeführten allgemeinen Bestimmungen für alle Tiere eines Bestandes, in dem im Verlaufe des letzten Jahres Fälle von seuchenhaftem Verkalben unter dem Rindvieh vorgekommen sind. Außerdem dürfen Rinder eines solchen Bestandes nur in andere verseuchte Bestände eingestellt werden. Werden Rinder eines verseuchten Bestandes zum Schlachten verkauft, so ist der Käufer und Verkäufer verpflichtet, der Polizeibehörde und dem Amtstierarzte die Anzahl, das Alter und Geschlecht, die Abzeichen sowie den Schlachtort der Tiere schriftlich mitzuteilen. Zur Schlachtung verkaufte Tiere eines verseuchten Bestandes müssen spätestens innerhalb 14 Tage nach ihrer Entfernung aus dem verseuchten Bestande geschlachtet werden. Die Beförderung von Rindern eines verseuchten Bestandes mit dem Schiffe, auf der Eisenbahn oder auf der Landstraße ist nur gestattet, wenn die Tiere dabei außer mit anderen angesteckten oder zur Schlachtung bestimmten Rindern, mit Rindern gesunder Bestände nicht in Berührung kommen. Männliche Zuchttiere eines verseuchten Bestandes dürfen zur Deckung von Kühen gesunder Bestände nicht verwendet werden, wie auch umgekehrt Kühe aus verseuchten Beständen männlichen Zuchttieren gesunder Bestände zum Deckakt nicht zugeführt werden dürfen. Auf gemeinschaftlichen Weiden sind über 6 Monate alte männliche Zuchttiere verseuchter

Bestände entweder festzubinden oder durch einen Zaun von den weiblichen Tieren zu trennen.

c) Vorkommen der wichtigsten Tierseuchen in Norwegen[1]).

Von der Rinderpest ist Norwegen bisher völlig verschont geblieben.

Die Lungenseuche des Rindes wurde in 2 Fällen nach Norwegen eingeschleppt. Im Jahre 1851 erfolgte die Einschleppung der Seuche aus Holland in das Amt Jarlsberg und Larvik. Es wurden insgesamt 7 Rinder von der Seuche ergriffen, die alle geschlachtet wurden. Die Seuche ist darauf wieder erloschen. Die zweite Einschleppung erfolgte im Jahre 1860 durch Rinder aus Schottland in das Amt Akershus. Die Seuche blieb auf die Tiere eines Gehöfts beschränkt und war im Jahre 1861 wieder erloschen. Seither ist Norwegen dauernd frei von Lungenseuche.

Die Tollwut wurde im Jahre 1815 aus Dänemark eingeschleppt. Das angebliche Herrschen der Tollwut im Jahre 1816 unter Schweinen im Amte Kristians ist nicht sichergestellt. Im Jahre 1853 wurde die Tollwut bei einem Hunde in Kristianssand festgestellt. Dies ist nach den amtlichen Seuchenberichten der letzte in Norwegen vorgekommene Tollwutfall.

Die Maul- und Klauenseuche ist in Norwegen bisher noch nicht aufgetreten.

Zwei Fälle von Schafpocken sollen im Jahre 1865 festgestellt worden sein. Seither ist über das Vorkommen dieser Seuche in Norwegen nichts mehr bekannt geworden.

Der Rotz herrschte in Norwegen bis zum Jahre 1884. Die Seuche soll meistens aus Schweden eingeschleppt worden sein.

Über das Vorkommen weiterer Rotzfälle ist seither nicht mehr berichtet worden.

Die hauptsächlichsten Tierseuchen, die in den Jahren 1905 bis 1911 in Norwegen geherrscht haben, sind nach der Anzahl der Seuchenfälle aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Jahr	Zahl der Seuchenfälle bei								
	Milzbrand	Rauschbrand	Bradsot der Schafe	Bösartiges Katarrhalfieber des Rindes	Brustseuche der Pferde	Influenza der Pferde	Schweineseuche und Schweinepest	Rotlauf der Schweine	Druse der Pferde
1905	552	45	102	438	8	11	83	2116	2142
1906	686	31	91	520	500	26	c. 53	2521	2539
1907	554	48	177	617	1116	18	542	3191	1740
1908	426	70	128	533	51	15	44	4159	1136
1909	383	71	193	624	616	15	47	3178	899
1910	430	75	164	654	520	197	115	3843	3217
1911	374	67	124	513	399	41	179	3716	5290

[1]) Vergl. die Jahresberichte über das Veterinärwesen und die Fleischkontrolle in Norwegen 1891 (S. VII und VIII und 7 bis 13) bis 1911.

d) Herstellung und Verwendung von Impfstoffen.

Außer Tuberkulin, das im staatlichen Veterinärlaboratorium zu Kristiania hergestellt wird, werden Impfstoffe in Norwegen zurzeit nicht bereitet. Ausländische Impfstoffe gegen Rotlauf, Schweineseuche und Schweinepest werden jedoch in bestimmten Apotheken vorrätig gehalten und auf tierärztliche Verordnung verabfolgt.

Wegen des Umfangs der Tuberkulinimpfungen in Norwegen vergl. die Tabelle auf S. 426.

e) Viehseuchenstatistik.

Die Viehseuchenstatistik wird auf Grund der tierärztlichen Seuchenmeldungen im Bureau des Veterinärdirektors bearbeitet. Über die von den Tierärzten gemeldeten Seuchenfälle werden statistische Monatsnachweisungen herausgegeben. Außerdem werden die während eines Kalenderjahrs in Norwegen aufgetretenen und zur amtlichen Kenntnis gelangten Seuchenfälle, nach Ämtern geordnet, in dem vom Veterinärdirektor herausgegebenen „Jahrbuch über das Veterinärwesen und die Fleischbeschau in Norwegen" veröffentlicht.

f) Maßnahmen zur Verhütung der Seuchenverschleppung nach dem Auslande.

Zur Verhinderung der Ausfuhr von seuchen- oder ansteckungsverdächtigen Tieren nach dem Ausland kann der König auf Grund des Viehseuchengesetzes vom 14. Juli 1894 die erforderlichen Maßnahmen anordnen.

Solche Anordnungen sind ergangen unterm 19. September 1894, 18. Juni 1895 und 4. August 1896. Danach müssen Pferde, Rinder, Schweine, Schafe und Ziegen, die auf dem Seeweg zur Ausfuhr nach dem Ausland bestimmt sind, vor ihrer Einschiffung auf Kosten des Absenders von einem hierzu ermächtigten norwegischen Tierarzt untersucht werden. Der Tierarzt darf die Einschiffung der Tiere nur gestatten, wenn sie keinerlei seuchenverdächtige Krankheitserscheinungen zeigen, und wenn kein Grund vorliegt, die Tiere als ansteckungsverdächtig anzusehen. Über diese Punkte hat der Tierarzt dem Absender eine Bescheinigung auszustellen. Auf Grund der tierärztlichen Untersuchung zur Ausfuhr zugelassene Tiere sind entweder sofort an Bord zu nehmen oder derart gesondert unterzubringen, daß jede Berührung mit nichtuntersuchten Tieren vermieden wird. Außerdem ist jedes untersuchte und zur Ausfuhr zugelassene Tier mit einem Kennzeichen zu versehen. Die Anzahl der Tiere, ihr Geschlecht und die Art der Kennzeichnung hat der Tierarzt auf der Bescheinigung zu vermerken. Werden die auszuführenden Tiere erst mit einem nur dem Inlandverkehre dienenden Schiffe nach einem norwegischen Hafen befördert, um daselbst unmittelbar von einem zur Fahrt nach dem Ausland bestimmten Schiffe an Bord genommen zu werden, so kann eine Untersuchung der Tiere vor ihrer Unterbringung auf dem nach dem Ausland bestimmten Schiff unterbleiben, wenn die Tiere vor ihrer Verladung auf das erstgenannte Schiff bereits tierärztlich untersucht und dabei völlig gesund befunden worden sind, und sofern sie während der Fahrt nach dem Ausfuhrhafen mit nicht untersuchten Tieren nicht in Berührung gekommen sind.

Außer dieser tierärztlichen Untersuchung der auszuführenden Tiere selbst ist auch jedes zur Beförderung von Vieh nach dem Ausland bestimmte Schiff vor seiner Besetzung mit Tieren von einem hierzu ermächtigten Tierarzt oder in Ermangelung eines solchen von der Ortspolizeibehörde daraufhin zu untersuchen, ob es in veterinärpolizeilicher Hinsicht zur Viehbeförderung geeignet ist. Ist dies nicht der Fall, so muß das Schiff vorher entsprechend gereinigt und desinfiziert werden. Eine Desinfektion des Schiffes hat in jedem Falle stattzufinden, wenn Wiederkäuer und Schweine darauf befördert werden sollen. Über die Zulassung des Schiffes zur Viehbeförderung nach dem Ausland hat der Tierarzt dem Schiffsführer eine Bescheinigung auszustellen.

Für die Untersuchung und Kennzeichnung der auszuführenden Tiere hat der Absender an den Tierarzt Gebühren zu entrichten. Diese betragen für jedes Pferd bis zu einer Anzahl von 10 Stück 1 Kr. und für jedes weitere Stück 0,50 Kr.; für jedes Rind über ½ Jahr 0,50 Kr., darunter 0,25 Kr.; für jedes kleine Haustier (Schwein, Schaf, Ziege) bis zu 100 Stück 0,15, von 100 bis 200 Stück 0,12 Kr. und für jedes weitere Stück 0,09 Kr.

Die Berechnung der Gebühren geschieht nach der Anzahl der von dem Absender gleichzeitig zur Untersuchung vorgeführten Tiere. Für die Untersuchung des Schiffes und die Beaufsichtigung der nötigenfalls sich daran anschließenden Desinfektion desselben hat der Besitzer an den Untersucher eine Gebühr von 4 Kr. zu entrichten.

g) Desinfektion bei Viehseuchen.

Jeder mit der staatlichen Seuchenbekämpfung beauftragte Tierarzt hat, sobald er eine Seuche festgestellt hat, gleichzeitig auch die Reinigung und Desinfektion anzuordnen. Unter besonderen Umständen kann der zuständige Amtmann verfügen, daß der Boden, die Wände und dergl. in Räumen, in denen angesteckte Tiere gestanden haben, erneuert werden, und daß mit Ansteckungsstoff behaftete Gegenstände, wie Heu, Stroh, Gerätschaften und dergl. vernichtet werden. Auch können städtische und ländliche Gemeinden durch Verfügung des zuständigen Amtmanns zur Reinigung und Desinfektion der einer öffentlichen Benutzung dienenden Ställe und Tränkstätten verpflichtet werden.

h) Abdeckereiwesen.

Nach dem Viehseuchengesetz ist jeder Viehbesitzer verpflichtet, verendete Tiere und mit Ansteckungsstoff behaftete Gegenstände zu vernichten oder zu vergraben. Zu diesem Zwecke hat jedes städtische Gemeinwesen eine vom Landwirtschaftsministerium genehmigte Einrichtung oder einen Vergrabungsplatz zu beschaffen. Diese Auflage kann vom König auch Marktflecken mit eigener Verwaltung sowie stark bevölkerten Landgemeinden gemacht werden. Das hierzu nötige Grundstück kann mit Zustimmung des Königs von der betreffenden Gemeindeverwaltung gegen Entschädigung enteignet werden. In Gemeinden, in denen eine Einrichtung zur Vernichtung von Tierkörpern und Gegenständen oder ein Vergrabungsplatz nicht vorhanden ist, müssen verendete Tiere und mit Ansteckungsstoff behaftete Gegenstände nach tierärztlicher Anordnung auf dem Grundstück des Eigentümers oder des Pächters oder auf einem

sonst hierzu geeigneten Grundstück vernichtet oder vergraben werden. Wird durch diese Anordnung eine Störung für den Eigentümer oder Pächter verursacht, so ist die betreffende Gemeinde verpflichtet, an den Eigentümer oder Pächter eine nach den geltenden Bestimmungen zu vereinbarende Entschädigung zu leisten.

Sonstige allgemein geltende Bestimmungen über das Abdeckereiwesen sind nicht erlassen.

Eine besondere Anstalt zur Vernichtung von Tierleichen und Fleischteilen, die bei der Fleischbeschau und der Nahrungsmittelkontrolle beanstandet werden, besteht seit Januar 1902 in Kristiania. Sie ist nach dem Hartmannschen System eingerichtet und die einzige derartige Anstalt Norwegens. Aus den in diese Anstalt eingelieferten Tierleichen und Fleischteilen wird Fleischfuttermehl und Abfallfett gewonnen, von denen ersteres als Schweinefutter und letzteres zur Seifenfabrikation verwendet wird. Leimprodukte werden nicht gewonnen.

V. Schlachtvieh- und Fleischbeschau.

A. Organisation der Schlachtvieh- und Fleischbeschau.

Eine das ganze Land umfassende Schlachtvieh- und Fleischbeschau gibt es in Norwegen nicht. Soweit die Fleischbeschau in Norwegen staatlich geregelt ist, sind hierfür die Bestimmungen des Gesetzes vom 27. Juni 1892 und 25. Juli 1910[1]) und die beiden hierzu erlassenen Königlichen Bekanntmachungen vom 4. August 1911[2]), betreffend die Einfuhr und Kontrolle von zerlegtem Fleische und, betreffend die Einfuhr und Kontrolle von frischem Fleische, maßgebend. Danach unterliegt in Stadtgemeinden mit über 4000 Einwohnern alles zum menschlichen Genusse bestimmte Fleisch von Pferden, Rindern, Schafen, Schweinen, Ziegen und Renntieren, die innerhalb einer solchen Gemeinde geschlachtet werden, einer tierärztlichen Untersuchung. Eine solche ist, soweit nicht Ausnahmen zugelassen sind, auch vorgeschrieben für frisches Fleisch inländischer Herkunft, das in eine Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau eingeführt wird, sowie für das aus dem Ausland eingehende Fleisch. Auf Beschluß der Gemeindeverwaltung und mit Genehmigung des Königs kann öffentliche Fleischbeschau auch in Stadtgemeinden mit weniger als 4000 Einwohnern und in Landgemeinden eingeführt werden; in Landgemeinden jedoch nur für das zum Verkauf innerhalb der Gemeinde bestimmte Fleisch. In Gemeinden, in denen öffentliche Fleischbeschau eingeführt ist, darf ungestempeltes Schlachtfleisch oder ungezeichnetes zerteiltes Fleisch, das dem Beschauzwang unterliegt, nicht feilgehalten, auf den Markt gebracht oder verkauft werden. Der König kann in nicht stadtmäßig bebauten Teilen von Stadtgemeinden, wo die Durchführung der Fleischbeschau erheblichen Schwierigkeiten begegnen würde, für das zum Hausgebrauche bestimmte Fleisch von Tieren, die innerhalb des betreffenden Stadtteils geschlachtet werden, auf Antrag der Gemeindeverwaltung den Untersuchungszwang erlassen.

---

[1]) Veröffentl. des Kaiserl. Gesundheitsamts 1910, S. 1205.

[2]) Ebenda 1912, S. 289.

Mit Genehmigung des Königs darf ferner frisches Fleisch von im Inland geschlachteten Tieren, das der öffentlichen Fleischbeschau bereits unterlegen hat, ohne erneute Untersuchung in jede Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau eingeführt werden.

Nach Maßgabe der angeführten Bestimmungen der Gesetze vom 27. Juni 1892 und 25. Juli 1910 war im Jahre 1911 in 31 norwegischen Städten öffentliche Fleischbeschau eingeführt. In den übrigen Teilen des Landes ist die Schlachtvieh- und Fleischbeschau nicht geregelt.

B. Öffentliche Schlachthäuser.

Öffentliche Schlachthäuser sind nur in den Städten Kristiansund und Stavanger vorhanden. Staatlich genehmigt ist indessen nur das Schlachthaus der erstgenannten Stadt. Für die Errichtung und den Betrieb öffentlicher Schlachthäuser gelten folgende Bestimmungen: In Gemeinden mit öffentlichen Schlachthäusern, deren Lage und Plan vom König genehmigt ist, kann von der Gemeindeverwaltung mit königlicher Erlaubnis Schlachthausbenutzungszwang eingeführt werden. Dieser umfaßt das Verbot, Haustiere näher zu bezeichnender Art, deren Fleisch als menschliches Nahrungsmittel dienen soll, außerhalb des öffentlichen Schlachthauses zu schlachten. Für die Wertminderung, die innerhalb der Gemeinde gesetzmäßig errichtete Gebäude und Einrichtungen für den Schlachtbetrieb durch die Einführung des Schlachthausbenutzungszwanges erleiden, hat die Gemeinde Entschädigung zu leisten. Der Entschädigungsanspruch ist von dem Geschädigten innerhalb 3 Monate nach Einführung des Schlachthausbenutzungszwanges geltend zu machen. Die Entschädigungssumme wird, erforderlichenfalls durch gesetzmäßige Abschätzung, auf Kosten der Gemeinde festgesetzt.

Für die Benutzung eines öffentlichen Schlachthauses kann die Gemeindeverwaltung mit Genehmigung des Königs für die jeweilige Dauer von mindestens einem Jahre bestimmte Abgaben festsetzen. Diese dürfen jedoch die Kosten für die Verzinsung des Anlagekapitals einschließlich der Betriebsunkosten nicht übersteigen.

C. Vorschriften über die Einrichtung und den Betrieb von Fleischkontrollstationen in Gemeinden mit öffentlicher Fleischbeschau.

Jede Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau ist verpflichtet, eine Kontrollstation einzurichten, wo die tierärztliche Untersuchung von frischem Fleische stattfinden kann. In Gemeinden mit öffentlicher Fleischbeschau, aber ohne öffentliche Schlachthäuser, hat die Gemeindeverwaltung außerdem die Pflicht, einen besonderen Tierarzt zur Ausübung der Fleischbeschau zu bestellen. Die Person dieses Tierarztes kann von den Schlächtern und Fleischhändlern der Gemeinde in Vorschlag gebracht werden, sofern die genannten Gewerbetreibenden die Kosten für die Entlohnung des Tierarztes übernehmen, deren Höhe von der Gemeindeverwaltung im Einverständnis mit dem Landwirtschaftsministerium festgesetzt wird. Die Kontrollstationen sollen so eingerichtet sein, daß das zur Untersuchung vorgelegte Fleisch vor Regen und Staub geschützt ist. Auch muß zur vorläufigen Unterbringung von beschlagnahmtem Fleische ein besonderer verschließbarer Raum oder Kasten vorhanden sein. Außerdem soll jede Kontrollstation

mit Wasserausguß und Ablaufvorrichtung sowie mit den zur Untersuchung erforderlichen Instrumenten ausgestattet sein. Zur Aufbewahrung der Fleischstempel ist das Vorhandensein eines sicher verschließbaren Schrankes vorgeschrieben. Über die sonstigen Einrichtungen der Kontrollstation trifft das Landwirtschaftsministerium von Fall zu Fall Bestimmungen.

Die Zeit, während der die Kontrollstation für die Untersuchung und Stempelung von Fleisch geöffnet ist, wird von der Gemeindeverwaltung im Benehmen mit dem Vorstand der Kontrollstation bestimmt. Auf Wunsch darf die Untersuchung von Fleisch auch außerhalb der Kontrollstation in einer Schlächterei oder anderswo vorgenommen werden. In diesem Falle sind jedoch besondere von der Gemeindeverwaltung festgesetzte Gebühren zu entrichten und die von der Gemeindeverwaltung zur Vornahme derartiger Untersuchungen bestimmten Dienststunden einzuhalten.

In jeder Kontrollstation ist über alles innerhalb und außerhalb der Station untersuchte Fleisch Buch zu führen. Das Untersuchungsbuch soll enthalten den jeweiligen Namen des Einbringers oder Eigentümers des Fleisches, den Ursprung (In- oder Ausland), das Datum der Untersuchung, die Art und Menge des Fleisches sowie das Ergebnis der Untersuchung. Gleichzeitig sind auch die für die Untersuchung erhobenen Gebühren einzutragen. Außerdem ist die spätere Verwertung von beschlagnahmtem oder in die II. Klasse verwiesenem Fleische zu vermerken.

Über die Tätigkeit der Kontrollstationen haben die Vorsteher derselben bis zum 1. Februar eines jeden Jahres durch Vermittlung des örtlichen Gesundheitsrats und der Gemeindeverwaltung an den Veterinärdirektor Bericht zu erstatten.

D. Vorschriften für die Untersuchung, gesundheitspolizeiliche Beurteilung und Kennzeichnung von frischem Fleische.

a) Allgemeines.

Frisches Fleisch von Pferden, Rindern (ausgenommen Kälber), Schweinen oder Renntieren darf nur in mindestens $^1/_4$ Tierkörpern und das frische Fleisch von Kälbern, Schafen oder Ziegen nur in ganzen Tierkörpern, die jedoch der Länge nach geteilt sein können, zur Fleischbeschau vorgelegt werden. Wegen Krankheit notgeschlachtete Tiere sind stets in ganzen Tierkörpern zur Untersuchung zu bringen. Die ganzen Tierkörper müssen stets aufgebrochen sein. Die Nieren sollen sich in natürlichem Zusammenhange mit den Hintervierteln befinden. Andere Organe wie Kopf, Zunge, Netz, Leber, Herz und dergl. können aus ihrem natürlichen Zusammenhange getrennt zur Untersuchung entgegengenommen werden, wenn ihre Zugehörigkeit zu dem Tierkörper durch entsprechende Zeichen kenntlich gemacht worden ist. Zungen müssen am Tierkörper befestigt sein. Frische Organe von Schlachttieren, die der öffentlichen Fleischbeschau nicht unterlegen haben und nicht gestempelt sind, dürfen in einer Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau als menschliches Nahrungsmittel keine Verwendung finden.

Mit Genehmigung des Landwirtschaftsministeriums können die Gemeindevorsteher Vorschriften erlassen, wonach in gewissen Fällen größere Teile eines Tierkörpers und

mehr Organe als die genannten in natürlichem Zusammenhange mit dem Tierkörper zur Untersuchung beigebracht werden müssen.

Bei Vornahme der Fleischbeschau außerhalb einer Kontrollstation in einer innerhalb der Gemeinde befindlichen Schlächterei, müssen stets sämtliche Organe eines Schlachttieres zur Stelle sein und dem Fleischbeschauer gesondert für jedes Schlachttier zur Untersuchung vorgelegt werden.

Das zur Untersuchung vorgelegte frische Fleisch von Pferden muß außerdem von einer entweder von einem Tierarzt oder von zwei glaubwürdigen Personen ausgestellten Bescheinigung begleitet sein, die unter Angabe der Farbe des Pferdes über den Zustand des Pferdes unmittelbar vor dem Schlachten Aufschluß gibt.

Alles frische Fleisch, das den in diesem Abschnitt genannten Vorschriften nicht entspricht, oder von dem Brust- und Bauchfell, Lymphdrüsen oder andere Organe oder Organteile, deren Beibringung vorgeschrieben ist, entfernt sind, oder das in beschmutztem Zustand vorgelegt wird, ist von der Untersuchung zurückzuweisen, sofern nicht Grund zur Beschlagnahme des Fleisches vorliegt.

Das zur Untersuchung zugelassene Fleisch ist auf seine Genußtauglichkeit als menschliches Nahrungsmittel tierärztlich zu untersuchen. Der Einbringer von Fleisch hat dem Tierarzt Aufschluß zu erteilen über den Namen des Eigentümers, die Herkunft des Fleisches, den Ort und die Zeit der Schlachtung und darüber, ob das Tier krank gewesen ist und ob es vor der Schlachtung eine Arznei erhalten hat. Stammt das Fleisch von einem kranken Tiere, so hat der Einbringer des Fleisches auch über den Zustand des Tieres vor der Schlachtung, insbesondere darüber, ob das Tier eine Arznei erhalten hat, sowie über sonstige Punkte, deren Kenntnis der Tierarzt für die Beurteilung des Fleisches für erforderlich hält, Aufschluß zu erteilen. Können diese Aufschlüsse dem Tierarzt nicht erteilt werden, so ist das Fleisch von der Beschau zurückzuweisen, sofern nicht Grund zu seiner Beschlagnahme vorliegt.

Nach den einschlägigen Vorschriften der Anleitung zur Untersuchung und Stempelung von frischem Fleische vom 6. Oktober 1911 haben sich die Fleischbeschauer bei der Untersuchung von Fleisch mit einem stets rein zu haltenden, waschbaren weißen Rock oder einer solchen Schürze zu bekleiden und darauf zu achten, daß jede Beschmutzung des Fleisches, insbesondere mit Krankheitsstoffen, vermieden wird. Bei kranken Tierkörpern benützte Messer, Messerscheiden und dergl., sind vor weiterem Gebrauch in Lauge zu kochen oder in anderer geeigneter Weise zu desinfizieren. Weiterhin haben die Fleischbeschauer darauf zu achten, daß die bei der Schlachtung und Untersuchung tätigen Personen das Messer nicht mit dem Munde festhalten und krankhaft veränderte Teile des Schlachttieres nicht anschneiden oder entfernen. Die Untersuchung ist bei Tageslicht oder hinreichender künstlicher Beleuchtung und in bestimmter Reihenfolge vorzunehmen. Einschnitte in das Fleisch dürfen nur in der zur Beurteilung seiner Geeignetheit oder Ungeeignetheit als menschliches Nahrungsmittel durchaus erforderlichen Anzahl angebracht werden. Der Untersuchung unterliegen sowohl die Tierkörper als auch die einzelnen Organe, soweit letztere dem Tierkörper nach der Kontrollstation beigefügt sein müssen. In Schlächtereien sind sämtliche Organe zu besichtigen, Lunge, Leber, Milz, Gebärmutter, Euter und Zunge

außerdem durchzutasten und, sofern hierbei etwas Abnormes bemerkt wird, anzuschneiden. Die Lymphdrüsen sind der Länge nach zu durchschneiden.

b) Untersuchungsgang.

Die Untersuchung ist nach den Bestimmungen der bereits erwähnten Anleitung auszuführen und hat sich namentlich zu erstrecken auf:

1. das Blut, das auf seine Farbe, Beschaffenheit und auf eine etwaige Beimischung fremder Stoffe zu untersuchen ist;

2. den Kopf, die oberen Hals- und in Kehlgangslymphdrüsen, die Schleimhäute der Maul- und Nasenhöhle sowie die Zunge und den Anfangsteil der Luftröhre. Die genannten Teile sind zu besichtigen. Beim Rindvieh sind die inneren und äußeren Kaumuskeln längs der Kieferknochen anzuschneiden und auf Finnen zu untersuchen. Werden Finnen vorgefunden, so sind in die Kopfmuskeln mehrere Schnitte anzulegen. Die Zunge ist auf tuberkulöse und andere Veränderungen zu untersuchen. Bei Tieren, bei denen außer in den Kaumuskeln auch im Zwerchfell Finnen vorgefunden werden, ist sie zu durchschneiden;

3. die Lungen mit den zugehörigen Bronchial- und Mittelfelllymphdrüsen. Die Lungen sind durchzutasten und in die großen Lungenlappen ist stets ein Schnitt anzulegen. Die Speiseröhre muß im Falle ihrer Miteinlieferung in den Herbst- und Wintermonaten auf Dassellarven untersucht werden;

4. das Herz, den Herzbeutel und die Gefäßstämme. Die Herzkammern sind stets durch einen Längsschnitt zu öffnen und die Scheidewand der Kammern zu durchschneiden. Wenn in den Kaumuskeln Finnen gefunden worden sind, ist das Herz durch eine Anzahl von Querschnitten zu zerlegen;

5. das Zwerchfell. Dieses ist auf beiden Seiten zu besichtigen. Bei finnigen Rindern ist sowohl der im Körper verbliebene als auch der mit den Eingeweiden herausgeschnittene Teil des Zwerchfells durch Einschnitte auf Finnen zu untersuchen;

6. die Leber. Diese ist auf ihre Farbe, Form und Größe zu untersuchen. Die portalen Lymphdrüsen sind anzuschneiden, die großen Gallengänge durchzuschneiden. Finden sich Leberegel in den letzteren, so ist auch der Spigelsche Lappen anzuschneiden. Andernfalls ist die Leber lediglich zu durchtasten;

7. den Magen, die Därme mit Gekröse und Gekrösdrüsen und Netz. Der Magen und die Därme sind nur aufzuschneiden, wenn das Tier zu Lebzeiten krank gewesen ist oder, wenn der Verdacht auf krankhafte Veränderungen besteht;

8. die Milz und ihre Lymphdrüsen;

9. die Nieren nebst Nierenlymphdrüsen. Erstere sind zu besichtigen, letztere anzuschneiden;

10. die Gebärmutter. Diese ist stets durch einen Schnitt durch die Hörner, erforderlichenfalls durch den Gebärmutterhals und die Scheide, aufzuschneiden. Eine Untersuchung der Hoden bei männlichen Tieren hat nur stattzufinden, wenn das Tier krank gewesen ist oder, wenn der Zustand der zugehörigen Lymphdrüsen dies erforderlich erscheinen läßt. Die Schamdrüsen sind bei männlichen und weiblichen Tieren stets anzuschneiden;

11. das Euter und seine Drüsen. Das Euter ist durchzutasten und im Verdachtsfalle zu durchschneiden.

Bei der nunmehr folgenden Untersuchung des Tierkörpers ist zu achten auf das Aussehen des Brust- und Bauchfells sowie auf etwaige Geschwülste, Anschwellungen oder sonstige Veränderungen an irgend einer Körperstelle. Die Hüftbeinlymphdrüsen sind stets anzuschneiden und zu untersuchen. Ist der Tierkörper der Länge nach geteilt, so sind Rücken- und Halsmuskeln auf Finnen und der Rückenmarkskanal in den ersten und letzten Monaten des Jahres auf Bremsenlarven zu untersuchen. Beim Vorhandensein von Finnen oder beim Vorliegen von Tuberkulose ist der Tierkörper stets in der Längsrichtung zu spalten. Im Falle von Tuberkulose sind das Rückenmark, die Wirbel-, Brust- und Beckenknochen, ferner die Bug-, Kniefalten-, Scham- und Lendendrüsen und bei starker Ausbreitung der Tuberkulose auch die Achsel-, Kniekehlen- und Gesäßbeinlymphdrüsen zu untersuchen.

Erweist sich ein Schlachttier schon bei bloßer Besichtigung als tuberkulös, so ist zuerst der Tierkörper und dann erst die Organe in der angegebenen Weise zu untersuchen.

Bezüglich der Untersuchung bei den einzelnen Tiergattungen ist außerdem noch folgendes zu beachten:

Bei Kälbern sind insbesondere der Nabel, die Gelenke und die Hüftbeinlymphdrüsen zu untersuchen. Ferner ist auf Veränderungen oder Erscheinungen zu achten, die auf Kälberruhr oder Blutvergiftung schließen lassen. Bei Kälbern unter 6 Wochen kann die Finnenuntersuchung unterbleiben. Die Leberpforten- und die Brustlymphdrüsen sind insbesondere auf Tuberkulose zu untersuchen.

Bei Pferden ist insbesondere die Nasenschleimhaut zu besichtigen. Bei Schimmeln ist zwecks Untersuchung auf Melanosarkome ein Bug zu lösen. Ferner sind die großen Blutgefäße der Hinterschenkel auf Thromben, das Euter auf Botryomykose und bei männlichen Tieren der Penis und die Leistendrüsen zu untersuchen.

Bei Schweinen ist der Tierkörper stets vor den Organen zu untersuchen. Die Untersuchung auf Finnen hat sich insbesondere auf Schenkel-, Bauch-, Zwerchfell, Zwischenrippen-, Nacken-, Herz-, Zungen- und Kehlkopfmuskeln zu erstrecken. In die Halsmuskulatur sind ein oder zwei Schnitte anzulegen. Die Unterkieferdrüsen sind anzuschneiden und auf Tuberkulose zu untersuchen. Sind sie tuberkulös, so ist der Tierkörper nach Abtrennung des Kopfes der Länge nach zu spalten und außer der Wirbelsäule sämtliche Körperlymphdrüsen zu untersuchen. Die Scham- und Hüftbeinlymphdrüsen sind stets anzuschneiden. Der Kopf von Tieren mit Stumpfnase ist vom Rumpfe zu trennen und der Länge nach zu spalten. Die Gekrösdrüsen sind stets anzuschneiden. Das Fleisch von Schweinen, die an Rachitis, Schnüffelkrankheit, Darmkatarrh oder anderen entwicklungshemmenden Krankheiten gelitten haben, ist auf seinen Geruch zu prüfen. Erforderlichenfalls ist das Schwein zu diesem Zwecke zu spalten. Dies hat auch in allen Fällen von Notschlachtung, Blutarmut, Magerkeit, Gelbsucht oder Schweineseuche zu geschehen.

Schafe und Ziegen werden im wesentlichen gleich untersucht wie Kälber. Bei diesen Tieren ist jedoch besonders auf das Vorhandensein von Parasiten in Lunge,

Leber, Darm, Netz, Kopf, Magen, Speiseröhre, Muskulatur und außerdem auf Geruch, Farbe und Beschaffenheit des Fleisches und Fettes zu achten.

Bei eingeführtem Fleisch ist besonders auf die Lymphdrüsen, die serösen Häute sowie darauf zu achten, ob das Fleisch nicht etwa von notgeschlachteten Tieren herrührt.

c) Beurteilung des untersuchten Fleisches.

In die I. Klasse zu verweisen ist Fleisch, an dem entweder überhaupt keine oder nur solche Mängel festgestellt werden, deren Beseitigung durch Entfernen der veränderten Teile möglich ist. Dies kann geschehen bei:

a) örtlich vorkommenden tierischen Schmarotzern (Leberegel, Bandwurm, vereinzelten abgestorbenen Finnen, Echinokokken, Drehwurm, Rundwurm, Miescherschen Schläuchen und dergl.);
b) scharf begrenzten und einzeln auftretenden Geschwülsten;
c) Tuberkulose, wenn von ihr nur eine einzelne Drüse oder ein einzelnes Organ betroffen ist, die Krankheit einen örtlichen Charakter zeigt und das Schlachttier in gutem Ernährungszustand gewesen ist;
d) örtlicher und gering verbreiteter Aktinomykose und Botryomykose, sofern die Geschwülste gut abgekapselt sind;
e) örtlichen auf äußere Einwirkungen zurückzuführenden Verletzungen (Stoß, Schlag, Fall, Beinbruch und dergl.), sofern das Allgemeinbefinden des Tieres nicht gestört war;
f) vereinzelten Backsteinblattern und bei nur geringgradigen Wucherungen an den Herzklappen infolge von Rotlauf ohne krankhafte Allgemeinerscheinungen;
g) örtlichen Mängeln oder bei Mißbildung einzelner Organe oder Körperteile ohne krankhafte Allgemeinerscheinungen und bei unerheblichen Verunreinigungen, die entfernt werden können.

In die II. Klasse zu verweisen ist das Fleisch:

a) im Falle von Lungenentzündung bei Schweinen, sofern der Krankheitsprozeß abgelaufen ist und keine Allgemeininfektion vorliegt;
b) bei bösartigem Katarrhalfieber und Blutharnen der Rinder im Anfangsstadium;
c) bei Tuberkulose, die über mehrere Drüsen oder Organe verbreitet ist, wenn die Krankheit örtlichen Charakter zeigt, die tuberkulösen Veränderungen älterer Natur sind und das Tier keine Zeichen von Abmagerung oder Allgemeinerkrankung aufweist;
d) bei verbreiteter oder schlecht abgekapselter Aktinomykose oder Botryomykose, wenn eine Entfernung der krankhaft veränderten Teile möglich ist;
e) bei Schweinerotlauf, sofern Zeichen von Fieber oder Abmagerung nicht vorhanden sind;
f) bei Schweineseuche und Schweinepest, wenn die Krankheit im Anfangsstadium sich befindet und Zeichen einer Allgemeinerkrankung fehlen;
g) bei Rinderfinnen, wenn bei genauer Untersuchung nicht mehr als 6 abgestorbene oder eine lebende Finne gefunden werden und diese entfernt worden sind. Leber, Milz, Nieren, Magen, Darm und Fett von finnigen Rindern sind

in die erste Klasse zu verweisen, sofern sie bei sorgfältiger Untersuchung frei von Finnen gefunden werden und im übrigen keine gesundheitlichen Mängel aufweisen;

h) bei oberflächlicher Verdorbenheit oder Verunreinigung des Fleisches, sofern die Entfernung der veränderten Teile durch Waschen oder Wegschneiden möglich ist.

Als untauglich zum menschlichen Genusse ist der ganze Tierkörper zu beurteilen und deshalb zu beschlagnahmen, wenn einer der nachstehend aufgeführten Mängel festgestellt worden ist:

1. Milzbrand, Rauschbrand, malignes Ödem oder Bradsot.
2. Septicaemia haemorrhagica.
3. Tollwut.
4. Rotzkrankheit.
5. Rinderpest.
6. Blutvergiftung (Septikaemie oder Pyaemie) infolge brandiger oder eitriger Wunden, eiteriger oder septikämischer Entzündungen des Euters, der Gebärmutter, der Gelenke, der Sehnenscheiden, der Klauen und der Hufe, des Nabels, der Lungen, des Brust- und Bauchfells oder des Darmes.
7. Generalisierte Tuberkulose, miliare Tuberkulose oder starke örtliche Tuberkulose mit Abmagerung.
8. Rotlauf bei Schweinen, wenn das Tier in fieberhaftem Zustand geschlachtet worden ist und das Muskelfleisch und Fettgewebe bedeutende Veränderungen zeigen.
9. Schweinepest und Schweineseuche, wenn das Tier in fieberhaftem Zustand geschlachtet oder starke Abmagerung vorhanden ist.
10. Starrkrampf.
11. Bösartiges Katarrhalfieber im Fieberstadium oder bei starker Abmagerung, bösartige Lungenseuche bei Rindern. Bluthamen bei Rindern in stärkerem Grade.
12. Maul- und Klauenseuche.
13. Schafpocken im Fieberstadium.
14. Andere ernsthafte Krankheiten, wie Lungenentzündung, schwarze Harnwinde, Petechialfieber, Druse im Fieberstadium bei Pferden, Dysenterie und Diphtherie bei Kälbern.
15. Gelbsucht, wenn das Tier stark abgemagert oder der Tierkörper auch nach mindestens 24stündigem Hängen noch gelb gefärbt ist.
16. Hochgradige Wassersucht.
17. Geschwülste in den Muskeln, Knochen oder Drüsen, sofern sie nicht nur vereinzelt vorhanden sind und ihre Entfernung nicht möglich ist.
18. Finnen bei Schweinen, Schafen und Ziegen (Cysticercus cellulosae).
19. Finnen (Cysticercus inermis) beim Rinde in größerer Anzahl als 6 abgestorbene oder eine lebende.
20. Trichinen.

21. Miescherscbe Schläuche und Sarkosporidien, wenn die Muskelmasse mit Parasiten durchsetzt oder das Fleisch wässerig oder mißfarbig ist.
22. Harngeruch oder sonstiger stark bemerkbarer unangenehmer Geruch und Geschmack des Fleisches.
23. Starke Abmagerung infolge einer Krankheit.
24. Vorgeschrittene Verdorbenheit infolge Fäulnis- oder Schimmelbildung, starke Beschmutzung oder künstliches Aufblasen des Fleisches.
25. Wenn das Tier verendet, im Verenden geschlachtet oder nicht ganz ausgetragen ist oder, wenn es Zeichen eines ernsthaften Allgemeinleidens gezeigt hat.

Die endgültige Beurteilung des Fleisches kann erforderlichenfalls bis zu 24 Stunden verschoben werden. Dazwischen liegende Feiertage sind in diese Frist nicht mit einzurechnen.

d) Kennzeichnung des untersuchten Fleisches.

Alles frische Fleisch, das bei der Untersuchung als menschliches Nahrungsmittel geeignet befunden wird, ist mit Stempelzeichen zu versehen. Und zwar sind für die Kennzeichnung die nachfolgenden Bestimmungen maßgebend: Auf Fleisch von Schlachttieren, die in einer Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau geschlachtet und in der betreffenden Schlächterei, wo sämtliche Organe eines jeden Tieres bei der Untersuchung zur Stelle sind, untersucht werden, sind, sofern das Fleisch in die I. Klasse verwiesen worden ist (vergl. S. 437), ovale Stempelzeichen in blauer Farbe anzubringen.

Die Stempelzeichen, für die ein Querdurchmesser von 6 cm und ein Höhendurchmesser von 3,5 cm vorgeschrieben ist, sollen zuoberst das Zeichen I. Kl. = erste Klasse, darunter den Namen der Gemeinde (ganz oder abgekürzt) und darunter den Buchstaben B = Bykontrol = Stadtkontrolle enthalten.

Frisches Fleisch, das von außerhalb in eine Gemeinde mit öffentlicher Fleischbeschau eingeführt wird oder das von Tieren herrührt, die innerhalb der Kontrollgemeinde geschlachtet wurden, bei deren Untersuchung aber nicht sämtliche Organe zur Stelle sind, ist, sofern das Fleisch in die I. Klasse verwiesen worden ist, mit blauen Stempelzeichen von dreieckiger Form zu versehen. Die Grundkante dieses Stempels muß 6 cm, die beiden Seitenkanten müssen je 5 cm betragen. Außer dem Namen der Kontrollgemeinde oberhalb der Grundkante und dem Zeichen I. Kl. darüber, haben die Stempel zuoberst noch den Buchstaben L = Landkontrolle zu enthalten.

Frisches Fleisch, das bei der Untersuchung in die II. Klasse verwiesen worden ist, ist, sofern es von Tieren herrührt, die innerhalb der Kontrollgemeinde geschlachtet worden sind, und wenn bei der Untersuchung der Tiere in der betreffenden Schlächterei sämtliche Organe des Schlachttieres zur Stelle waren, mit rundem Stempelzeichen in schwarzer Farbe zu kennzeichnen. Dieser Stempel, dessen Durchmesser 6 cm betragen soll, hat in der Mitte den Namen der Kontrollgemeinde, darüber das Zeichen II. Kl. und darunter den Buchstaben B = Bykontrol = Stadtkontrolle zu enthalten.

Wird dagegen frisches Fleisch, das von außerhalb in eine Kontrollgemeinde eingeführt wird, in die II. Klasse verwiesen oder sind bei der Untersuchung solchen

Fleisches nicht alle Organe des Schlachttieres zur Stelle, so hat die Kennzeichnung mittels quadratischer Stempelzeichen in schwarzer Farbe zu erfolgen. Jede Seite des quadratischen Stempels muß 5 cm lang sein, das Stempelzeichen soll in der Mitte den Namen der Gemeinde, darüber das Zeichen II. Kl. und darunter den Buchstaben L. enthalten.

Eine Kennzeichnung von genußuntauglichem Fleische ist nicht vorgeschrieben.

Die Stempelzeichen sind bei den einzelnen Schlachttiergattungen auf jedem halben Tierkörper an bestimmten Stellen anzubringen.

Sofern der Tierarzt dies für zweckmäßig hält oder auf Verlangen des Eigentümers des Fleisches, können die Stempel auch in größerer Anzahl angebracht werden.

E. Vorschriften für die Untersuchung und Kennzeichnung von zerlegtem Fleische.

a) Allgemeines.

Unter zerlegtem Fleische sind kleinere Stücke als Viertel von geschlachteten Haustieren zu verstehen. Die Fleischbeschau bei zerlegtem Fleische soll in der Regel nur bei Tageslicht ausgeführt werden. Findet die Untersuchung nach Eintritt der Dunkelheit statt, so ist für ausreichende künstliche Beleuchtung des Untersuchungsraumes Sorge zu tragen. Zum Zwecke der tierärztlichen Untersuchung ist die Fleischsendung in Gegenwart des Tierarztes zu öffnen. Die Untersuchung des Fleisches hat sich darauf zu erstrecken, ob die Ware den Angaben der Begleitpapiere entspricht und ob sie in gesundheitlicher Beziehung zu Bedenken Anlaß gibt. Über die stattgehabte Untersuchung hat der Tierarzt Buch zu führen. Das Fleischbeschaubuch soll genaue Angaben enthalten über die Zeit der Untersuchung, den Namen des Einbringers, die Art und den Ursprung der Ware, den Inhalt der Begleitpapiere, das Reingewicht der Ware, das Gewicht des etwa beschlagnahmten oder zurückgewiesenen Fleisches sowie über den Grund der Beschlagnahme oder Zurückweisung des Fleisches. Auch über den Verbleib des zum menschlichen Genusse nicht bestimmten Fleisches, das zur Einfuhr gelangt, hat der Tierarzt in dem Beschaubuch Vermerke zu machen. Für die tierärztliche Untersuchung von eingeführtem zerlegtem Fleische ist eine Untersuchungsgebühr von 2 Öre für 1 kg zu entrichten.

b) Vorschriften für die Untersuchung.

Für die Untersuchung von zerlegtem Fleische sind die Bestimmungen der Anleitung zur Ausführung der durch die Königliche Verordnung vom 4. August 1911 bestimmten Kontrolle zerlegten Fleisches vom 6. Oktober 1911 maßgebend.

Danach sind bei aus gleichartigen Waren bestehenden Sendungen aus den oberflächlichen und tieferen Schichten des Fasses einige Fleischstücke zur Untersuchung herauszunehmen. Die Untersuchung hat sich auf mindestens 2 Fässer, bei Sendungen von mehr als 10 Fässern auf mindestens 20% der Fässer zu erstrecken. Pferdefleisch enthaltende Fässer sind stets zu öffnen und jedes einzelne Fleischstück zu untersuchen. Die den Fässern entnommenen Proben sind zu untersuchen auf Finnen, abnorme Ablagerungen, Farbe, Geruch und Beschaffenheit und auf die Beschaffenheit der anhaftenden Lymphdrüsen. Sind letztere geschwollen, so müssen sie angeschnitten

werden; sind sie tuberkulös, so ist das zugehörige Fleischstück zu beschlagnahmen und die Untersuchung auf weitere Fleischstücke desselben Fasses auszudehnen. Werden die Drüsen mehrerer Fleischstücke tuberkulös befunden, so ist das ganze Faß zu beschlagnahmen oder zurückzuweisen. Därme sind auf ihre Farbe sowie darauf zu untersuchen, ob sie weich, schleimig und übelriechend sind oder ob sie mit krankhaften Veränderungen, namentlich mit Geschwüren, Blutungen, Knoten usw. behaftet sind. In den Fällen, wo die grobsinnliche Untersuchung des Fleisches ein sicheres Urteil über seine Geeignetheit als menschliches Nahrungsmittel nicht zuläßt, ist das Fleisch bakteriologisch zu untersuchen. Dies hat namentlich zu geschehen, wenn der Verdacht auf Blutvergiftung oder Milzbrand vorliegt. Erforderlichenfalls ist das Fleisch auch einer Kochprobe zu unterwerfen. Diese ist in allen den Fällen zur Anwendung zu bringen, wo es sich um die Feststellung von Zersetzungsvorgängen am Fleische handelt. Bestehen hinsichtlich der Art des eingebrachten Fleisches Zweifel, die auf Grund anatomischer Merkmale nicht beseitigt werden können, so kann diese durch biologische Prüfung des Fleisches festgestellt werden.

Zwecks Feststellung eines etwaigen Zusatzes von verbotenen Stoffen sind von Zeit zu Zeit Proben aus dem Fleische und der Lake zu entnehmen und chemisch zu untersuchen. Derartige Proben sollen in der Regel so oft entnommen werden, daß die Waren von jeder an der Einfuhr beteiligten Firma jährlich einige Male auf das Vorkommen sämtlicher Konservierungsmittel, die erfahrungsgemäß Anwendung finden, untersucht werden. Ist jedoch anzunehmen, daß zerlegtem Fleische, das zur Untersuchung vorgelegt wird, Konservierungsmittel oder Farbstoffe irgend welcher Art zugesetzt sind, so sind in jedem Falle Proben zur chemischen Untersuchung zu entnehmen. In gleicher Weise ist, soweit tunlich, auch bei der erstmaligen Einfuhr von Fleisch in eine Gemeinde zu verfahren. Die Proben für die chemische Untersuchung sind von dem Fleischbeschauer zu entnehmen.

Die chemischen Untersuchungen zerfallen in:

1. Orientierende Untersuchungen, die von jedem Fleischbeschauer sollen vorgenommen werden können. Diese umfassen den vorläufigen Nachweis der am leichtesten nachweisbaren Konservierungsmittel, Bestimmung des Salzgehaltes der Lake durch Bestimmung des spezifischen Gewichts, Feststellung der Reaktion des Fleisches sowie die Vornahme von Koch- und Salmiakproben zum Nachweis etwaiger Verdorbenheit;
2. Qualitativen Nachweis von Konservierungsmitteln und Farbstoffen und
3. Quantitative Bestimmung der Konservierungsmittel.

Im allgemeinen genügt der qualitative Nachweis von Konservierungsmitteln und Farbstoffen im Fleische. Die chemische Untersuchnng kann entweder vom Fleischbeschauer selbst oder von einem besonders dazu angestellten Hilfsarbeiter oder auch von einem hierzu ermächtigten chemischen Laboratorium ausgeführt werden. In Zweifelsfällen oder wenn der Einbringer gegen die Richtigkeit des Untersuchungsergebnisses Einspruch erhebt oder wenn anzunehmen ist, daß der Einbringer von sich aus Proben in einem chemischen Laboratorium untersuchen läßt, muß der Untersucher die Richtigkeit seines Untersuchungsergebnisses durch ein hierzu ermächtigtes Laboratorium bestätigen lassen.

c) Kennzeichnung des untersuchten Fleisches.

Alles bei der Einfuhr tierärztlich untersuchte zerlegte Fleisch ist durch Anbringen von bestimmten Stempelzeichen auf der Verpackung und durch Aufkleben von Zetteln, die das Datum der Untersuchung und den Namen des Beschautierarztes enthalten müssen, zu kennzeichnen. Die Stempelung hat mittels Brand- oder Farbstempels zu erfolgen, und die Stempelzeichen sind in auffälliger Weise an mindestens 2 Stellen (auf dem Deckel und an einer anderen Stelle) anzubringen.

Die Verpackung des bei der Einfuhr zum Genusse für Menschen geeignet befundenen zerlegten Fleisches von Rindern, Schafen und Schweinen ist mit einem regelmäßig sechseckigen Stempel zu versehen, dessen jede Seite mindestens 2,5 cm beträgt und der das Wort „Import" und den Namen der Kontrollgemeinde enthält. Sofern ein Farbstempel Verwendung findet, ist das Stempelzeichen in roter Farbe anzubringen.

Pferdefleisch ist mittels eines viereckigen Stempels von 5 cm langer Grundkante und 2,5 cm langen Seitenkanten in der oben angegebenen Weise zu kennzeichnen.

Von der Untersuchung zurückgewiesenes oder bei der Untersuchung beschlagnahmtes Fleisch ist auf der Verpackung mit einem dreieckigen schwarzen Farbstempel von je 5 cm Seitenlänge zu stempeln, der das Wort „Import", den Namen der Kontrollgemeinde und das Wort „tilbakevist" (zurückgewiesen) oder „beslaglagt" (beschlagnahmt) enthält.

F. Bestimmungen über die Einfuhr von Fleisch aus dem Auslande.

a) Bei der Einfuhr von frischem Fleische.

Die Einfuhr von frischem Fleische von Pferden, Rindern, Schafen, Ziegen, Schweinen und Renntieren als menschliches Nahrungsmittel nach Norwegen ist nur aus solchen Ländern gestattet, die durch besondere auf Grund des Viehseuchengesetzes erlassene Verordnungen jeweils bezeichnet werden. Aus diesen Ländern darf frisches Fleisch von Pferden und Rindern, ausgenommen Kälber, nur in halben, das von Kälbern und Kleinvieh nur in ganzen Tierkörpern und nur nach solchen norwegischen Stapel- oder Ladeplätzen eingeführt werden, in denen öffentliche Fleischbeschau besteht. Ausnahmsweise kann das Landwirtschaftsministerium auch die Einfuhr nach anderen Plätzen zulassen.

Zum Verbrauche für die Grenzbewohner an der schwedischen Grenze darf frisches Fleisch bis auf weiteres über die Grenze eingeführt werden. Ebenso darf gefrorenes Renntierfleisch aus den am nördlichen Eismeer und am Weißen Meere gelegenen russischen Häfen untersuchungsfrei nach Finmarken zur Einfuhr gelangen.

Jede Sendung von frischem Fleisch muß mit der Bescheinigung eines im Ausfuhrlande zuständigen Tierarztes versehen sein, die Angaben über den Ort und die Zeit der Schlachtung sowie ein Zeugnis darüber zu enthalten hat, daß die Tiere, von denen das Fleisch herrührt, vor und nach der Schlachtung tierärztlich untersucht sind und sich als gesund erwiesen haben, und daß das Fleisch als menschliches Nahrungsmittel geeignet befunden worden ist. Ist die Bescheinigung für mehrere Tierkörper der

gleichen Sendung ausgestellt, so ist jeder Tierkörper so zu bezeichnen, daß seine Nämlichkeit aus den Angaben in der Bescheinigung festgestellt werden kann. Bei Pferdefleisch muß für jeden Tierkörper eine besondere Bescheinigung ausgestellt sein, die außerdem noch Angaben über das Signalement und den Zustand des Pferdes vor dem Schlachten enthalten soll. Die für Fleisch aus anderen Ländern als Schweden und Dänemark ausgestellten tierärztlichen Bescheinigungen sind mit der Bestätigung eines norwegischen Konsuls zu versehen, daß der Tierarzt des Ausfuhrlandes, von dem die Bescheinigung ausgestellt ist, die Ermächtigung hierzu besitzt. Frisches Fleisch aus schwedischen Grenzbezirken kann an Stelle der tierärztlichen Bescheinigung mit einer von einer schwedischen Polizeibehörde, dem Vorsteher einer Grenzzollstation oder dem Vorsteher der Ausfuhrgemeinde ausgestellten Bescheinigung in norwegische Gemeinden mit öffentlicher Fleischbeschau eingeführt werden. In dieser Bescheinigung muß der Ursprung des Fleisches, der Ort und die Zeit der Schlachtung des Schlachttieres angegeben und bestätigt sein, daß das Fleisch, soweit bekannt, nicht von Tieren stammt, die wegen Krankheit geschlachtet worden sind, und daß in dem Bezirk, aus dem das Fleisch eingeführt wurde, keine bösartige ansteckende Haustierkrankheit herrscht. Für Pferdefleisch aus schwedischen Grenzbezirken muß die Bescheinigung außerdem noch die Erklärung enthalten, daß das Pferd von dem Aussteller der Bescheinigung unmittelbar vor der Schlachtung besichtigt und dabei frei von Krankheitserscheinungen befunden worden ist.

b) Bei der Einfuhr von zerlegtem Fleische.

Unter zerlegtem Fleische sind auch bei der Einfuhr kleinere Fleischstücke als Viertelkörper von geschlachteten Haustieren zu verstehen. Außer Muskelfleisch und Knochen sind das Fettgewebe, das Bindegewebe, die Lymphdrüsen, der Kopf, die Därme sowie die übrigen Eingeweide als Fleisch anzusehen. Zerlegtes Fleisch, das zum menschlichen Genusse bestimmt ist, darf nur in gesalzenem Zustand nach Norwegen eingeführt werden. Als Salzfleisch gilt nur solches Fleisch, das auch in seinen innersten Schichten mindestens 4% Salz enthält. Im übrigen gelten für die Einfuhr von zerlegtem Fleische folgende Bestimmungen:

1. Das Fleisch unterliegt bei der Einfuhr vor oder nach der Zollbehandlung einer Untersuchung durch einen vom Landwirtschaftsministerium hierzu ermächtigten und von der Einfuhrgemeinde bestellten Tierarzt in einem dazu bestimmten Untersuchungsraume (vgl. S. 440).

2. Die Einfuhr darf nur nach folgenden Orten stattfinden: Kristiania, Skien, Arendal, Kristiansund, Stavanger, Haugesund, Bergen, Aalesund, Drontheim und Bodo. Ausnahmsweise kann das Landwirtschaftsministerium die Einfuhr nach anderen als den genannten Orten zulassen.

3. Schaffleisch darf nur in Stücken von über 2 kg, das Fleisch von anderen Tieren nur in Stücken von über 4 kg Gewicht eingeführt werden.

4. Die Einfuhr von Blut und Hackfleisch sowie von ungesalzenem knochenfreien Fleische ist verboten.

5. Fleisch, dem Farbstoffe oder andere Erhaltungsmittel als Kochsalz, Zucker oder Salpeter zugesetzt sind, ist von der Einfuhr ausgeschlossen. Insbesondere darf Fleisch, das behandelt ist mit Borsäure und Boraten (Borax), Formaldehyd, Alkali-, Erdkali-Oxyden, Hydroxyden und Karbonaten, schwefligsauren und unterschwefligsauren Salzen (Sulfiten und Hyposulfiten), Fluoriden, Benzoesäure, Salizylsäure und ihren Verbindungen oder Chloraten, nach Norwegen nicht eingeführt werden.

6. Jede Fleischsendung muß mit einer vom norwegischen Konsul des Ausfuhrortes beglaubigten Bescheinigung versehen sein über die Herkunft und die Art des Fleisches sowie darüber, daß das in der Sendung enthaltene Fleisch von Tieren stammt, die im lebenden und geschlachteten Zustand tierärztlich untersucht und dabei als gesund und zur menschlichen Nahrung geeignet befunden worden sind.

7. Die Verpackung (Fässer oder andere Umhüllungen) sollen derart bezeichnet und mit Plomben versehen sein, daß daraus die Nämlichkeit der Ware mit den in den Begleitpapieren bezeichneten Waren ersichtlich ist.

Die unter Ziffer 1, 2, 3 und 4 angeführten Bestimmungen haben bis auf weiteres keine Gültigkeit für geräucherte oder gesalzene Schinken, gesalzenes Schweinefleisch (flesk), Talg, Fleischkonserven in luftdicht verschlossenen Behältern, Würste, Pasteten und dergl. in luftdichter Packung, in Gelatine und dergl. oder in Essig eingelegt. Würste, Pasteten und ähnliche Waren dürfen nur in besonderen Postpaketen bis zu 5 kg Gewicht eingeführt werden.

Von der unter Ziffer 1 genannten tierärztlichen Untersuchung ist auch gefrorenes Renntierfleisch bis auf weiteres befreit. Die unter Ziffer 6 angeführte tierärztliche Bescheinigung ist bis auf weiteres nicht erforderlich für das aus Island eingehende gesalzene Schaffleisch und für gesalzene Därme.

Fleisch, das zur menschlichen Nahrung nicht bestimmt ist, darf ohne Untersuchung nach Norwegen eingeführt werden, sofern es zur menschlichen Nahrung unbrauchbar gemacht ist oder bei der Einfuhr dazu ungeeignet gemacht wird. Dies kann durch Einschnitte in das Fleisch und Zusatz von Kalk, Teerstoffen (Karbolsäure, Kreosot) und dergl. nach näherer Bestimmung geschehen.

G. Schlachtvieh- und Fleischbeschau-Statistik.

Eine Fleischbeschaustatistik wird alljährlich in dem vom Veterinärdirektor bearbeiteten Jahresbericht über das Veterinärwesen und die Fleischbeschau veröffentlicht. Diese Statistik wird auf Grund der von den Vorstehern der Kontrollstationen an den Veterinärdirektor zu erstattenden Jahresberichte bearbeitet. Es werden demnach nur diejenigen Gemeinden von ihr erfaßt, in denen die Fleischbeschau auf Grund des auf S. 431 genannten Gesetzes, betreffend kommunale Schlachthäuser, Fleischkontrolle usw., vom 27. Juni 1892 und 25. Juli 1910 eingeführt ist. Die Zahl der norwegischen Gemeinden mit obligatorischer Fleischbeschau sowie die Zahl der in diesen Gemeinden untersuchten Schlachttiere in den Jahren 1905 bis 1911 ist aus nachfolgender Tabelle ersichtlich.

Jahr	Anzahl der Gemeinden mit öffentl. Fleischbeschau	Zahl der in diesen Gemeinden untersuchten						
		Rinder	Pferde	Kälber	Schweine	Schafe	Ziegen	andere Tiere
1905	27	116564	4909	119749	58241	184651	14195	$18\frac{3}{4}$
1906	27	124111	4836	122184	59784	198027	13754	$88\frac{3}{4}$
1907	27	119391	4321	122887	76324	195386	16712	527
1908	29	124935	3866	130321	83197	197321	14830	$615\frac{1}{2}$
1909	30	139261	3637	150204	73877	215031	15868	$702\frac{1}{4}$
1910	31	156892	4645	159282	68300	204890	12431	$674\frac{1}{4}$
1911	31	169194	6161	172855	80042	$220802\frac{1}{4}$	$14544\frac{1}{2}$	1143

Davon wurden

a) in die II. Klasse verwiesen:

Jahr	Rinder	Pferde	Kälber	Schweine	Schafe	Ziegen	Andere Tiere
1905	$2266\frac{3}{4}$	$227\frac{1}{2}$	4181	1692	$1371\frac{1}{2}$	$203\frac{1}{2}$	—
1906	$2248\frac{1}{4}$	266	3148	$1424\frac{3}{4}$	$2069\frac{3}{4}$	177	13
1907	$7457\frac{3}{4}$	231	8777	$4599\frac{3}{4}$	$10739\frac{1}{2}$	1086	59
1908	$2293\frac{1}{4}$	$207\frac{1}{4}$	$3202\frac{3}{4}$	1400	$1920\frac{1}{2}$	500	$78\frac{1}{2}$
1909	2203	$167\frac{1}{4}$	3272	$1353\frac{3}{4}$	$3277\frac{1}{2}$	$672\frac{1}{2}$	157
1910	2027	$204\frac{1}{2}$	$2858\frac{1}{2}$	$1173\frac{3}{4}$	1242	509	88
1911	$1735\frac{1}{2}$	$183\frac{1}{2}$	$2490\frac{1}{2}$	1236	$1684\frac{1}{4}$	321	44

b) beschlagnahmt:

Jahr	Rinder	Pferde	Kälber	Schweine	Schafe	Ziegen	Andere Tiere
1905	592	$35\frac{1}{2}$	$1429\frac{1}{4}$	$206\frac{1}{4}$	$149\frac{3}{4}$	293	—
1906	610	$36\frac{1}{4}$	$1116\frac{3}{4}$	$213\frac{3}{4}$	201	191	$\frac{1}{4}$
1907	$510\frac{1}{2}$	40	1122	316	$232\frac{1}{4}$	300	2
1908	$561\frac{1}{2}$	$47\frac{1}{4}$	$973\frac{1}{2}$	$188\frac{1}{2}$	161	263	8
1909	$315\frac{1}{2}$	$30\frac{3}{4}$	$1148\frac{1}{2}$	$157\frac{3}{4}$	$194\frac{3}{4}$	168	1
1910	586	$57\frac{1}{4}$	$1355\frac{1}{2}$	$183\frac{1}{4}$	133	196	4
1911	$543\frac{1}{2}$	$69\frac{1}{2}$	$1272\frac{1}{2}$	$256\frac{1}{2}$	262	188	$5\frac{1}{2}$

H. Verfahren mit beanstandetem Fleische.

Fleisch, das bei der Untersuchung als ungeeignet für die menschliche Nahrung erkannt wird, ist zu beschlagnahmen und in der Kontrollstation vorläufig aufzubewahren. Während dieser Zeit ist darauf zu achten, daß es mit gesundem Fleische nicht in Berührung kommt, und daß jede Verbreitung von Krankheitsstoffen vermieden wird. Von der Kontrollstation aus ist das beschlagnahmte Fleisch in geeigneter Weise entweder in eine Fleischvernichtungsanstalt, nach einem Verbrennungsofen, einem Verscharrungsplatz oder zum Zwecke seiner Durchkochung in eine von der Gemeinde anerkannte Anstalt zu schaffen. Sofern nicht das beschlagnahmte Fleisch nach den Be-

stimmungen des Viehseuchengesetzes vom 14. Juli 1894 verbrannt oder vergraben werden muß, ist seine Auslieferung an den Eigentümer zulässig. Vor seiner Auslieferung ist jedoch das Fleisch vom Tierarzt durch Zerschneiden und Behandlung mit ungelöschtem Kalk, Petroleum, roher Karbolsäure und dergl. zum Gebrauch für Menschen und Tiere ungeeignet zu machen. Wird beschlagnahmtes Fleisch, das von den Tiereigentümern zurückgefordert wird, zu technischen Zwecken verarbeitet, so steht dem Besitzer des Fleisches eine angemessene Entschädigung seitens der Gemeinde zu.

J. Beschwerdeverfahren.

Gegen jede tierärztliche Entscheidung über die Stempelung und Beschlagnahme von Fleisch kann von dem, der das Fleisch zur Untersuchung vorlegt, beim zuständigen Ortsgesundheitsrat Einspruch erhoben und die endgültige Entscheidung des Gesundheitsrats beantragt werden. Bis zur endgültigen Entscheidung ist das Fleisch in der Kontrollstation in geeigneter Weise aufzubewahren. Bei Behandlung der Angelegenheit durch den Gesundheitsrat ist der Tierarzt zur Begründung der von ihm getroffenen Entscheidung beizuziehen. Schließt sich der Gesundheitsrat dem Gutachten des Tierarztes nicht an, so ist das Fleisch unter Hinzufügung des Wortes „Helseraad" (Gesundheitsrat) hinter dem Namen der Kontrollgemeinde entsprechend zu stempeln.

K. Versorgung mit Fleisch und Fleischverbrauch.

An der Versorgung Norwegens mit frischem Fleische ist vorwiegend im Inland gezüchtetes, daneben aber auch schwedisches und dänisches Schlachtvieh beteiligt. Die auf S. 445 für die Jahre 1905 bis 1911 angegebenen Schlachttiere, die der öffentlichen Fleischbeschau unterstellt gewesen sind, verteilen sich z. B. im Jahre 1911 [1]) nach ihrer Herkunft wie folgt:

	Es stammten aus		
	Norwegen	Schweden	Dänemark
Rinder . . .	154108 3/4	11549 1/2	3536 1/2
Pferde . . .	5664 3/4	427 1/2	69 1/2
Kälber . . .	162014	10822 1/2	10
Schweine . .	79197 3/4	825 1/2	20
Schafe . . .	218584 1/4	2107 1/2	110
Ziegen . . .	14536 1/2	7	1
andere Tiere	1143	—	—

Fleischwaren werden in nicht unbeträchtlichen Mengen aus dem Ausland nach Norwegen eingeführt. Tierische Fette werden zum größten Teil in Norwegen selbst gewonnen und zu Margarine verarbeitet.

Über den Umfang der Einfuhr ausländischer Fleischwaren und sonstiger landwirtschaftlicher Erzeugnisse nach Norwegen und über die an der Einfuhr beteiligten Auslandsstaaten im Jahre 1911 gibt die nachstehende Übersicht Aufschluß.

---

[1]) Vergl. Veterinaervaesenet og Kjodkontrollen 1911.

Einfuhrgegenstand	Gesamtgewicht des eingeführten Gegenstandes in kg (Wert in Kronen)	An der Einfuhr beteiligte Staaten	Höhe ihrer Beteiligung in kg
Geräuchertes Fleisch	2 210	Rußland	250
	(1 600)	Deutschland	730
		Großbritannien	620
		Andere Länder	610
Renntierfleisch, Schneehühner, geschlachtetes Geflügel	312 740	Schweden	118 230
	(275 700)	Dänemark	11 540
		Island	340
		Finnland	14 950
		Rußland	151 710
		Deutschland	12 880
		Niederlande	30
		Großbritannien	780
		Frankreich	2 280
Anderes ungeräuchertes Fleisch	5 235 940	Schweden	2 201 640
	(3 042 700)	Dänemark	1 026 500
		Island	596 820
		Rußland	2 780
		Deutschland	19 860
		Belgien	2 460
		Großbritannien	643 470
		Vereinigte Staaten v. Amerika	743 490
		Argentinien	4 580
		Andere Länder	3 340
Schweinefleisch, geräuchertes	10 740	Schweden	260
	(16 100)	Dänemark	480
		Deutschland	6 780
		Großbritannien	2 230
		Österreich	840
		Andere Länder	150
Schweinefleisch, ungeräuchertes: Schinken	16 310	Dänemark	8 850
	(16 300)	Deutschland	6 440
		Großbritannien	930
		Andere Länder	90
Anderes ungeräuchertes Schweinefleisch (darunter auch Transitwaren)	2 778 260	Schweden	107 600
	(2 500 500)	Dänemark	168 500
		Rußland	4 870
		Deutschland	9 520
		Belgien	10 250
		Großbritannien	37 560
		Vereinigte Staaten v. Amerika	2 439 390
		Andere Länder	570
Därme und Blut	112 307	—	—
	(121 300)		

Einfuhrgegenstand	Gesamtgewicht des eingeführten Gegenstandes in kg (Wert in Kronen)	An der Einfuhr beteiligte Staaten	Höhe ihrer Beteiligung in kg
Würste und Zungen	8 082 (8 900)	—	—
Corned Beef usw., hermetisch	9 422 (11 300)	—	—
Andere hermetische Eßwaren	39 752 (47 700)	—	—
Pasteten, Fleischextrakt, Fleischpulver usw.	38 374 (191 800)	—	—
Käse	274 870 (426 100)	—	—
Butter	227 470 (432 200)	—	—
Margarine	1 250 (1 100)	—	—
Schmalz und Flomen	1 966 840 (1 770 100)	—	—
Milch und Sahne (frische, gezuckerte und ungezuckerte)	9 827 (1 400)	—	—
Milchpulver	14 547 (8 700)	—	—
Eier	264 176 (264 100)	—	—

Der jährliche Gesamtfleischverbrauch Norwegens ist mangels einer das ganze Land umfassenden öffentlichen Fleischbeschau nicht zu ermitteln. Dagegen ist für einige norwegische Städte der durchschnittliche Jahresfleischverbrauch auf den Kopf der Bevölkerung berechnet worden. Dieser wird angegeben für Kristiania[1]) in den Jahren 1905 mit 40,11 kg, 1906 mit 41,96 kg, 1907 mit 44,58 kg, 1908 mit 47,11 kg, 1909 mit 46,17 kg, 1910 mit 48,65 kg und 1911 mit 54,65 kg, für Drontheim[2]) in den Jahren 1909 mit 51,33 kg, 1910 mit ungefähr 55,43 kg und 1911 mit 57,4 kg.

L. Vieh- und Fleischpreise.

Die Preise für lebende Rinder und Schweine werden in Kristiania von der bedeutendsten Schlächterei festgestellt und den Zeitungen zur Veröffentlichung mitgeteilt. Auf dem Lande werden die Notierungen in Kristiania zugrunde gelegt. Eine Preisnotierung auf den Viehmärkten findet nicht statt. Die Durchschnittspreise für lebendes Schlachtvieh im Jahre 1907 sind aus nachstehender Tabelle ersichtlich.

[1]) Veterinaervaesenet og Kjodkontrollen 1905, S. 198, 1906, S. 203, 1907, S. 203, 1908, S. 198, 1909, S. 202, 1910, S. 207 und 1911, S. 211.

[2]) Desgl. 1909, S. 233, 1910 S. 241 und 1911 S. 244.

Tiergattung	Durchschnittspreis für 1 Stück in Kronen
Ochsen, große	267,50
„ mittelgroße	148,33
Kühe	123,75
„ junge	105,00
Schafe	18,33
Pferde	98,13

Im April 1913 wurden für 1 kg Lebendgewicht in Kristiania notiert für:

Stiere (Ochsen)	1,20 — 1,30	Kronen
Kühe	1,10	„
Kälber	1,20	„
Schweine	1,05 — 1,20	„
Schafe	1,10 — 1,20	„

Für Schweine betrug der durchschnittliche Preis für 1 kg Schlachtgewicht im Jahre 1907 0,86 Kronen für 50 bis 80 kg schwere Tiere und 0,84 Kronen für schwerere Tiere.

Die Großhandelspreise für Fleisch werden in Kristiania nach den Angaben des Vorstehers der städtischen Wagen bearbeitet. Die Kleinverkaufspreise für Fleisch werden durch Erkundigungen in den Fleischergeschäften ermittelt.

Die Durchschnittspreise für Fleisch im Groß- und Kleinhandel im Jahre 1906 sind aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich.

Fleischart	Großhandelspreis für 1 kg in Kronen	Kleinhandelspreis für 1 kg in Kronen
Ochsenfleisch	0,72	0,93—1,06
Kalbfleisch	0,92	1,02—1,16
„ junges	0,51	0,66
Schaffleisch, frisches	0,87	1,01—1,12
„ gesalzenes	0,74	0,88
Schweinefleisch, frisches	0,94	1,14
„ gesalzenes	—	1,32
„ amerikanisch.	—	1,15

Im April 1913 wurden an der Fleischkontrolle in Kristiania für 1 kg folgende Preise bezahlt:

Rindfleisch	0,65	bis	1,05	Kronen
Mastkalbfleisch	0,90	„	1,20	„
Fleisch von jungen Kälbern	0,45	„	0,50	„
Schweinefleisch	1,—	„	1,15	„
Schaffleisch	1,—	„	1,30	„

M. Ausfuhrschlächtereien.

Ausfuhrschlächtereien bestehen in Norwegen nicht, da das Land keinen Überschuß an Fleisch besitzt, sondern zur Deckung seines Bedarfs zum Teil auf Einfuhr angewiesen ist.

N. Trichinenschau.

Die Trichinenschau ist in Norwegen nicht obligatorisch. Sie ist aber ermöglicht in Kristiania durch Antrag bei der Gesundheitskommission und in Bergen beim Stadttierarzt.

O. Staatliche Schlachtviehversicherung.

Eine staatliche Schlachtviehversicherung gibt es in Norwegen nicht. Dagegen sind einige größere sowie viele kleinere private Versicherungs-Gesellschaften auf Gegenseitigkeit vorhanden, die die Versicherung von Schlachttieren übernehmen.

Zur Technik der experimentellen Typhusinfektion.

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer,
ständigem Mitarbeiter

und

Dr. med. E. Ungermann,
Regierungsrat,
früherem wissenschaftl. Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Chemotherapie ist die Auffindung eines Mittels zur Heilung der Typhusinfektion und zwar besonders ihrer chronischen Form, die so häufig zu einer Bazillendauerausscheidung führt und daher epidemiologisch und hygienisch von der größten Bedeutung ist.

Die Aufgabe wird durch den Umstand erschwert, daß unsere Versuchstiere für den Typhusbazillus im allgemeinen wenig empfänglich sind. Es ist daher eine wichtige Vorarbeit für chemotherapeutische Fragen, ein zuverlässiges Versuchsmaterial zu schaffen. Wir haben in dieser Richtung zahlreiche Untersuchungen vorgenommen und über deren Ergebnis kurz und vorläufig schon früher (1) berichtet. Im folgenden soll das Gesamtresultat unserer Versuche ausführlich beschrieben werden.

Die Typhusbazillen sind, wenn man die anthropomorphen Affen ausnimmt, die nach Metschnikoffs (2) Versuchen im Gefolge einer experimentellen Infektion auch dem symptomatischen und anatomischen Bilde gemäß an Typhus erkranken, nur für den Menschen spezifisch pathogen. Die Erscheinungen, welche bei den gewöhnlichen Versuchstieren nach der Impfung mit Typhusbazillen auftreten, sind vom Bilde der Typhusinfektion des Menschen sehr verschieden. Es gelingt zwar leicht, Tiere durch Einführung genügender Mengen von Typhusbazillen zu töten, doch wird dieser Ausgang im allgemeinen mehr durch die Giftwirkung der eingeimpften Keime bedingt als durch eine Vermehrung derselben und die Überschwemmung des Organismus mit dem Virus, Vorgänge, die bei der Infektion des Menschen wohl die Hauptrolle spielen. Die Chemotherapie bedarf nun aber nicht notwendig spezifisch kranker Organismen als Versuchsmaterial, sie kann ihre Untersuchungen über das Verhalten eines Pharmakon zu den Körperzellen einerseits, den Krankheitserregern andrerseits auch an symptomatisch gesunden Tieren vornehmen, wenn sie nur der regelmäßigen Gegenwart der eingeführten Keime in den Versuchstieren innerhalb einer bestimmten Frist sicher ist. Zwar werden die an solchem Material erhaltenen Ergebnisse nicht ohne weiteres auch für den kranken menschlichen Organismus Geltung haben,

sie bieten aber doch wertvolle Anhaltspunkte für die Auswahl der Mittel, die für eine Beeinflussung der menschlichen Infektion in Betracht kommen.

Aber auch eine solche länger dauernde Anwesenheit der Typhusbazillen im Organismus unserer Versuchstiere läßt sich nicht leicht und sicher erzielen. Lange Zeit war man ja überhaupt geneigt, den Typhusbazillen die Fähigkeit, im Körper der Versuchstiere festen Fuß zu fassen, gänzlich abzusprechen. Man sah, daß der Erfolg einer Impfung durchaus von der Menge der eingeführten Kultur abhing (Pfeiffer und Kolle (3), Petruschky (4)), fand die Keime meist schon nach kurzer Zeit nicht mehr in den Organen vor und stellte fest, daß die anatomischen Veränderungen, die gelegentlich an der Milz, den Mesenterialdrüsen und den follikulären Apparaten des Darms beobachtet wurden, nicht spezifischer Natur seien, da sie auch durch tote Typhusbazillen und andere Bakterien in gleicher Weise erzeugt werden konnten (Seitz (5), Beumer und Peiper (6), Sirotinin (7)). Aus diesen Beobachtungen zogen die meisten Untersucher den Schluß, der Typhusbazillus sei nicht imstande, sich im Körper der Versuchstiere für längere Zeit anzusiedeln.

Es hat sich aber herausgestellt, daß diese Anschauung doch nicht zu Recht besteht. Man kann es heute als erwiesen betrachten, daß die Erzeugung einer chronischen Infektion mit Typhusbazillen im Tierexperiment möglich ist, und zwar liegen bei einer ganzen Anzahl von Versuchstieren positive Angaben über das Gelingen einer solchen Infektion vor.

Für den Affen ist die Möglichkeit der Infektion mit Typhusbazillen durch die Untersuchungen von Metschnikoff (2) und von Grünbaum (29) am Schimpansen, von Weinberg (30) an Cercopitheken erwiesen worden. Aber der Affe kommt wegen seines hohen Preises als Versuchstier für große Reihen, wie sie allein in der Chemotherapie einigermaßen brauchbare Resultate liefern, kaum in Betracht.

Aussichtsreich und im Falle der Bestätigung für chemotherapeutische Versuche von großem Wert erschienen Angaben, die von Gabbi (31) und nach ihm von Scordo (9) über die Empfänglichkeit der Ziege für die Typhusinfektion gemacht worden sind. Gabbi fand die Typhusbazillen nach intravenöser Applikation, welcher leichte Krankheitserscheinungen folgten, in der Milch der Ziegen wieder und Scordo gibt an, daß nach der intravenösen und stomachalen Zufuhr von Typhusbazillen eine langdauernde Infektion der Tiere eintrete, bei der die Bazillen reichlich mit den Fäces, in der Milch und im Urin zur Ausscheidung kämen. Scordo beobachtete die Bazillen in den Fäces bis zur Mitte des fünften Monats, ebenso in der Milch längere Zeit, im Urin nicht bei allen Tieren und nicht so lange. Würden sich Scordos Angaben als allgemeiner gültig erwiesen haben, so wäre in der Ziege ein ausgezeichnetes Material für chemotherapeutische Versuche gefunden worden. Aber bei einer Nachprüfung der Angaben des Autors an 6 Ziegen konnten wir, wie seinerzeit (10) schon berichtet wurde, eine Infektion oder eine Dauerausscheidung niemals beobachten, obwohl wir teilweise sehr beträchtliche Bakterienmengen intravenös und stomachal zugeführt und vier verschiedene Typhusstämme verwendet hatten. Ob die mit unseren Ergebnissen in Widerspruch stehenden Beobachtungen Gabbis und Scordos auf

einer besonderen Empfänglichkeit der von ihnen verwendeten Ziegenrasse oder einer abweichenden Virulenz ihrer Typhuskulturen beruhen, muß dahingestellt bleiben.

Jedenfalls eignet sich die Ziege nach unseren Erfahrungen nicht zum Versuchstier für die chemotherapeutische Beeinflussung der Typhusinfektion. Das gleiche dürfte vom Hunde gelten, bei welchem Courmont und Rochaix (27) nach oraler Bazillenzufuhr eine Ausscheidung der Keime mit dem Kot während einiger Tage beobachtet haben. Neuerdings sind jedoch von A. Marxer (28) Versuche bekannt gegeben worden, nach denen es möglich ist, Hunde durch Einführung kleiner, mit Typhusbazillen getränkter Korkstückchen in die Gallenblase zu Bazillenträgern zu machen, in denen das Virus bis zu 4 Jahren haften kann.

Ein Tier, das bei Anwendung einer geeigneten Technik, vielleicht auch bei Auswahl eines Typhusstammes von besonderer Virulenz ein brauchbares Material für chemotherapeutische Versuche liefern könnte, ist das Meerschweinchen A. Fränkel (11) sah nach Einführung einer Typhuskultur in das Duodenum von Meerschweinchen den Tod der Tiere in 3—4 Tagen eintreten und konnte die Bazillen in der Milz nachweisen. Auch Seitz (5) beobachtete gelegentlich nach Verfütterung der Bazillen einen Keimgehalt der inneren Organe noch nach längerer Dauer. Aus neuerer Zeit sind von Nicolle (12) und von Bezzola und Vallardi (13) Beobachtungen mitgeteilt worden, die für die Möglichkeit der Erzeugung einer septikämischen Allgemeininfektion des Meerschweinchens, selbst nach oraler Infektion, zu sprechen scheinen. Auch Ledingham (14) gibt an, aus der Gallenblase von Meerschweinchen, die 4—5 Wochen vorher mit untertödlichen Dosen infiziert worden waren, wiederholt Typhusbazillen gezüchtet zu haben. Ob die Infektion des Meerschweinchens mit einer für chemotherapeutische Versuche hinreichenden Sicherheit eintritt und ob sie genügend lange anhält, bleibt noch zu untersuchen. Aber wenn es auch der Fall sein sollte, so würde das Meerschweinchen wegen der Schwierigkeit der oralen Applikation der Pharmaka und wegen der Unmöglichkeit, sie in genügender Wiederholung intravenös zu injizieren, nicht gut für chemotherapeutische Versuche geeignet sein.

Viele Vorzüge für die experimentelle Erzeugung des chemotherapeutisch so wichtigen Versuchsmaterials vereinigt das Kaninchen in sich. Dieses Tier ist nach den Versuchen von Blackstein und Welch (15), von Dörr (16) und Koch und Chiarolanza (17, 18) zur Erzeugung einer chronischen Typhusbazilleninfektion am meisten geeignet. Es ist von Conradi (19), Hailer und Rimpau (20) und von uns (21) sowie von Uhlenhuth und Messerschmidt (22) zu zahlreichen chemotherapeutischen Versuchen benutzt worden und hat sich bei ihnen im allgemeinen gut bewährt.

Als Infektionsmodus wurde von der Mehrzahl der genannten Autoren die intravenöse Zuführung der Keime gewählt. Bei richtiger Dosierung hat diese Art der Applikation der Bazillen keine merkbaren Schädigungen der Versuchstiere zur Folge, obwohl die Mehrzahl der inneren Organe mit den Bazillen überschwemmt und für kürzere oder längere Zeit zum dauernden Sitz der Keime wird, bleiben schwerere Veränderungen, wie entzündliche Infiltrate und Nekrosen, vollkommen aus.

Wenn die Typhusinfektion des Kaninchens demnach auch ein vom Typhus des Menschen wesentlich verschiedenes Bild zeigt, so stimmt sie mit ihm in einem sehr

wichtigen Punkte überein: die Typhusbazillen treten in vielen Fällen in die Galle der Tiere über und halten sich hier vielfach besonders lange, es bilden sich also Verhältnisse aus, wie sie beim menschlichen Bazillenträger eintreten und deren chemotherapeutische Beeinflussung so überaus wichtig wäre. Aus diesem Grunde vor allem ist das Kaninchen das gegebene Versuchstier für die chemotherapeutischen Experimente.

Nun aber tritt der Umstand sehr störend in den Versuchen hervor, daß die Dauer dieser Infektion bei den einzelnen Tieren keine gleichmäßige ist. Besonders gute und sichere Resultate hatte Dörr in seinen schon erwähnten Versuchen: von 10 intravenös infizierten Tieren zeigte nur eins bei der Sektion am 100. Tage keine Bazillen in der Galle, alle übrigen wiesen sie regelmäßig noch bis zum 120. Tage nach der Infektion auf. Natürlich enthielt in diesen Fällen auch der Darm Typhuskeime, während die übrigen inneren Organe in längstens 21 Tagen keimfrei waren. Auch Johnston (23) sah bei einem Versuchsmaterial von 28 Tieren eine regelmäßige und langdauernde Infektion eintreten. Er fand die Bazillen vom 7.—10. Tage im Blut und im Kot, im Blut blieben sie bis zum Ende des ersten Monats nach der Impfung, im Kot bis zum 110. Tage nachweisbar.

Morgan (14) beobachtete nach intravenöser Bazillenzufuhr eine langdauernde aber nicht ganz regelmäßige Infektion. Er fand bei 7 so vorbehandelten Kaninchen 4 Monate nach der Impfung Typhusbazillen in der Gallenblasenwand, während die Galle steril war. Aber andrerseits war ein nach $3\frac{1}{2}$ Monaten eingegangenes Tier frei von Typhusbazillen.

Auch wir sahen in unseren zahlreichen Versuchen mit der intravenösen Impfung keine sicheren Ergebnisse. Ebensowenig fand Chiarolanza die intravenös zugeführten Keime regelmäßig in der Gallenblase vor, selbst nicht drei Tage nach der Infektion. Bei unseren Tieren war die Gallenblase kurz nach der Einführung der Keime regelmäßig infiziert. Aber im Verlaufe von zwei bis drei Wochen erwies sie sich nur noch bei etwa 60% der Versuchstiere typhusbazillenhaltig, während sich die Infektion mindestens eines Organes, sei es Leber, Milz oder Niere in unseren ersten Versuchen noch bis in die vierte Woche hinein hielt. Später wurden unsere Versuche noch unregelmäßiger, so daß wir selbst bei der größten zeitlichen Einschränkung der chemotherapeutischen Behandlung auf den Befund von Typhusbazillen in den Kontrolltieren nicht mehr mit Sicherheit rechnen konnten. Damit war uns die Möglichkeit genommen, derart infizierte Tiere für unsere chemotherapeutischen Versuche zu benutzen und wir sahen uns genötigt, einen Infektionsmodus zu finden, der die Erzeugung einer genügend lange anhaltenden Infektion mit Sicherheit gestattete.

Es lag nahe, dieses Ziel dadurch anzustreben, daß man die Infektion nicht auf dem Blutwege setzte, sondern versuchte, durch direkte Impfung in einige innere Organe ein Depot zu schaffen, wo die Bakterien vor der keimtötenden Kraft des Serums mehr geschützt waren und von wo aus sie den Organismus eventuell immer von neuem infizieren konnten. Wir haben Impfungen in die Leber, in die Niere, in den Dünndarm, den Wurmfortsatz und die

Gallenblase ausgeführt und bedienten uns zu diesen Versuchen eines frisch aus dem Stuhl eines Bazillenträgers isolierten Stammes. Die Operationen an den etwa gleichgroßen Tieren wurden regelmäßig in Chloroform-Äthernarkose vorgenommen.

In den Dünndarm haben wir nur bei einem Tiere eine Einspritzung von Typhusbazillen vorgenommen. Wir gingen dabei von der Annahme aus, daß ein aus der Kontinuität ausgeschaltetes Dünndarmstück den Typhusbazillen gute Bedingungen für eine ungestörte Vermehrung und ein dauerndes Haften bieten würde. Zu diesem Zwecke wurden zwei Dünndarmschlingen zunächst durch eine breite Enterostomie miteinander verbunden, das dazwischen liegende Darmstück wurde durchtrennt, die freien Enden mehrfach übernäht und in das Lumen des einen der so hergestellten Blindsäcke 5 Ösen einer Typhuskultur eingespritzt. Das Tier erholte sich von dem Eingriff und wurde am 24. Tage nach der Operation getötet; es erwies sich, wie Tabelle I b zeigt, als vollkommen frei von Typhusbazillen. Es erschien nach dieser Erfahrung wenig aussichtsreich, mittels dieser an sich schwierigen, lang dauernden und eingreifenden Operation ein gutes chemotherapeutisches Versuchsmaterial zu erlangen, und wir ließen es daher bei diesem einen Versuche bewenden.

Keine wesentlich besseren Ergebnisse zeitigten Versuche, die Typhusbazillen im Processus vermiformis des Kaninchens zum Haften zu bringen. Dieser ist ja ebenfalls ein aus der Kontinuität der Darmbewegung ausgeschaltetes Darmstück, in welchem, wie man annehmen konnte, die Typhusbazillen wegen der geringeren Konkurrenz der normalen Darmflora und vielleicht auch wegen des reichlich vorhandenen adenoiden Gewebes gut zur Entwicklung und zur dauernden Ansiedelung hätten kommen können. Aber von 5 mit 5—10 Ösen Typhuskultur in das Lumen und in die Wand des Wurmfortsatzes geimpften Tieren erwiesen sich 2 am 24. und am 27. Tage nach der Operation getötete Kaninchen als vollkommen frei von Typhusbazillen. Die 3 übrigen Tiere wiesen nur eine wenig ausgebreitete Infektion auf: im Wurmfortsatz wurden die Keime nur bei einem Tiere wiedergefunden und zwar, wie Tabelle I a zeigt, am 27. Tage nach der Infektion. Die Gallenblase und die Leber waren in keinem Falle infiziert, obwohl es bei zwei Tieren zu einer Allgemeininfektion gekommen war, was der Befund der Keime in der Milz und in der Niere beweist. Nach diesem Ergebnis war das Resultat der Blinddarminfektion weder ausgiebig noch sicher genug, um als Methode für die Erzeugung eines geeigneten chemotherapeutischen Materials in Betracht zu kommen.

Die weiterhin von uns versuchte direkte Impfung in das Gewebe der Niere, welche technisch leicht und schnell ausführbar ist und keine nennenswerte Verluste an Tieren ergibt, zeitigte beachtenswerte aber doch nicht die gewünschten Resultate. Die Bazillen wurden, wie Tabelle III erkennen läßt, bis zum 24. Tage regelmäßig in der geimpften Niere gefunden. Ein am 47. und am 112. Tage nach der Operation untersuchtes Tier war bazillenfrei. Eine lang anhaltende Infektion ist also auf diesem Wege auch nicht zu erzielen. Die an die Nierenimpfung sich anschließende Allgemeininfektion war im allgemeinen weniger ausgiebig als nach intravenöser Impfung. Die nicht geimpfte Niere war niemals typhusbazillenhaltig, der Urin nur in zwei Fällen, darunter einmal noch am 24. Tage, ein Umstand, der eine Kontrolle des Infektions

verlaufes am lebenden Tiere unmöglich macht; Gallenblase und Leber waren nach der Nierenimpfung nur in je einem Falle infiziert; dagegen wurden einzelne Darmabschnitte bei zwei Kaninchen typhusbazillenhaltig gefunden, und zwar einmal unabhängig von einer Infektion der Galle oder der Leber.

Im allgemeinen erfolgte also nach einer Impfung ins Nierengewebe eine wenig ausgebreitete Allgemeininfektion, die Typhusbazillen blieben im wesentlichen am Orte der Einspritzung und waren dort bis zum 24. Tage regelmäßig nachzuweisen. Ein Übertritt der Keime in den Urin war keineswegs die Regel. Die Impfmethode liefert also jedenfalls ein für chemotherapeutische Versuche nicht besonders wertvolles Material und wurde daher für solche Versuche nicht verwendet.

Die Verimpfung der Typhusbazillen ins Leberparenchym (vgl. Tabelle II) führte zu besseren Ergebnissen. Von 12 Kaninchen, denen 1—10 Ösen einer Typhuskultur in den rechten großen Leberlappen injiziert worden waren, wiesen 9 bei der bis zum 46. Tage nach der Operation ausgeführten Sektion eine mehr oder weniger ausgebreitete Typhusinfektion auf. Drei Tiere, am 23., 29. und 31. Tage nach der Infektion getötet, waren frei von Bazillen. Galle und Gallenblase waren bei den 9 Tieren, die noch infiziert waren, regelmäßig bazillenhaltig, die Leber dagegen nur in 7 Fällen. Obwohl also eine große Bazillenmenge in das Lebergewebe eingebracht worden war, hatten sie sich dort nicht regelmäßig halten können und waren vom 23. Tage nach der Infektion in den Tieren nicht mehr mit Sicherheit nachzuweisen. In zwei Fällen, in denen die Leber bazillenfrei war, fanden sich die Keime in der Galle und der Gallenblase: ein Hinweis darauf, daß dieses Organ der Leber als Brutstätte der Typhusbakterien erheblich überlegen ist.

Was die anatomischen Veränderungen der Tiere nach der Impfung ins Lebergewebe anbetrifft, so zeigte die Leber in den meisten Fällen mehr oder weniger ausgedehnte nekrotische Prozesse, zum Teil auch Eiterungen. Bei den in den ersten Tagen nach der Impfung eingegangenen Kaninchen wurde in zwei Fällen eine auffallende Entzündung der Darmschleimhaut beobachtet. Bemerkenswert ist der Umstand, daß von den vier zuletzt sezierten Kaninchen 3 mit einer eitrigen Gallenblasenentzündung behaftet waren.

Im allgemeinen ergab sich aus den Versuchen, daß die Leberimpfung vor der intravenösen Infektion keine wesentlichen Vorteile bietet. Die Verbreitung der Keime nach einer solchen Infektion war nicht ausgedehnter und auch nicht anhaltender und sicherer wie nach der intravenösen Applikation und die Bazillen waren auch am Orte der Infektion, der Leber, nicht länger nachzuweisen als nach der intravenösen Impfung, obwohl die bei den meisten so vorbehandelten Tieren nachgewiesenen nekrotischen Herde für eine dauernde Ansiedlung der Bazillen in der Leber besonders günstige Bedingungen zu bieten schienen.

Es blieb somit nur noch eine Methode zu versuchen übrig, die allerdings von vornherein als die aussichtsreichste erschien: die direkte Impfung in die Gallenblase. Denn nach den Ergebnissen unserer früheren Versuche mit der intravenöser Applikation der Typhuskultur wurde die Galle im Organismus des Kaninchens

von den Bazillen mit besonderer Vorliebe zur Ansiedlung aufgesucht. Die Verhältnisse liegen also ganz ähnlich wie bei der Infektion des Menschen; aber wie bei diesem der Typhusgehalt der Gallenblase beim Abheilen der Infektion zurückgeht, so dauert er auch beim Kaninchen nach intravenöser Infektion häufig nur wenige Tage. Die verhältnismäßig spärlichen Typhuskeime, die auf dem Blutwege in die Gallenblasenwand oder aber durch Vermittlung der Gallensekretion in die Gallenblase gelangen, werden offenbar durch die Einwirkung der normalen Schleimhaut bald zum Absterben gebracht. Es war anzunehmen, daß die Infektion der Galle eine dauerndere sein würde, wenn die Tätigkeit der Schleimhaut, sei es durch eine stärkere Infektion, sei es durch sonstige Schädigungen, gestört wäre.

Wir sind auf diesen Weg durch Erwägungen gekommen, die sich aus unseren Infektionsversuchen heraus ergaben. Es sind zwar schon früher direkte Injektionen verschiedener Materialien in die Gallenblase zum Zwecke der Steinerzeugung unternommen worden. Intravesikale Impfungen mit pathogenen Keimen, darunter auch Typhusbazillen zu Immunitätsstudien hat in neuester Zeit Violle (24) ausgeführt. Aber zum Zwecke der Erzeugung einer chronischen Typhusinfektion ist die Gallenblasenimpfung von Kaninchen nach der Angabe von Uhlenhuth und Messerschmidt (22) zuerst von Forster in nicht veröffentlichten Versuchen angewendet worden. Auch Marxer (28) hat intravesikale Inokulationen von Typhusbazillen am Hunde schon vor längerer Zeit vorgenommen, seine Resultate aber erst vor kurzem bekannt gegeben.

Die Methode, die wir bei unseren Gallenblasenversuchen befolgten, war die folgende: den Kaninchen wurde in Chloroformnarkose, nachdem ihnen die Oberbauchgegend rasiert und mit Jodtinktur bestrichen worden war, die Bauchwand einen Finger breit rechts von der Mittellinie vom Rippenbogen ab in einer Ausdehnung von 5 cm durchtrennt. Nachdem der Magen mit der Pinzette etwas herabgedrückt worden war, lag die Gallenblase in der Regel frei zutage; sie wurde am Fundus mit zwei anatomischen Pinzetten gefaßt und zwischen diesen wurde die Kanüle der Injektionsspritze durch die Gallenblasenwand eingeführt. Nach vollzogener Impfung wurde die Kanüle an der Stelle ihres Eintrittt in die Gallenblasse zusammen mit der Gallenblasenwand mittels einer anatomischen Pinzette gefaßt. Die Kanüle wurde darauf entfernt, so daß die Pinzette nunmehr nur die Gallenblasenwand an der Stichöffnung gefaßt behielt. Schließlich wurde ein Seidenfaden um die Pinzette geschlungen, nach unten geführt und unterhalb der Branchenenden der Pinzette geknotet. Nachdem so die Stichöffnung verschlossen war, wurden Peritoneum, Muskulatur und Haut des Bauchschnittes wieder vernäht und die Wunde mit Jodoformkollodium überdeckt. Wir haben bei dieser Versuchsanordnung nur geringe Verluste an Tieren gehabt; die operierten Kaninchen erholten sich in der Regel schnell von dem Eingriff und die Wunde war in wenigen Tagen verheilt.

Es wurden auf diese Weise im ganzen 30 Kaninchen mit Typhusbazillen infiziert, um die Sicherheit der Methode zu erproben und die Ausbreitung der Keime nach der Gallenblasenimpfung im Organismus kennen zu lernen. Eine Reihe von Kaninchen ging in den beiden ersten Wochen nach der Operation, teils an den Folgen derselben,

teils an der Typhusinfektion ein; die übrigen wurden vom 19. bis zum 38. Tage nach der Impfung getötet. Ein Tier lebte bis zum 217. Tage (vgl. Tabelle IV).

Die bakteriologische Untersuchung wurde in der schon vorher erwähnten Weise ausgeführt. Sie bezog sich regelmäßig auf Galle und Gallenblase, Leber, Milz, Niere und verschiedene Darmabschnitte, in der Regel auch auf Knochenmark, Blut und Urin, in einigen Fällen ferner auf den Kot; dieser wurde außerdem bei 11 Tieren während der Dauer der Infektion von Zeit zu Zeit untersucht; über das Ergebnis dieser Prüfungen gibt Tabelle V Auskunft.

Aus den in Tabelle IV zusammengestellten Resultaten der Impfung in die Gallenblase ergibt sich, daß sie für die Erzielung sicherer Infektionsergebnisse in der Tat viel besser als alle anderen Impfmethoden ist: 93 % der Tiere erwiesen sich als infiziert und bis zum 31. Tage nach der Impfung ergab kein Tier ein Fehlresultat. Sogar ein am 217. Tage eingegangenes Kaninchen wies in der Galle, in der Leber, der Milz, der Niere und im Darm Typhusbazillen auf. Aber absolut sicher kann man auch bei der Impfung in die Gallenblase des dauernden Bazillengehaltes der Versuchstiere nicht sein, denn zwei Kaninchen, die am 32. und 38. Tage nach der Impfung untersucht wurden, waren von Typhusbazillen frei.

Bemerkenswert erscheint der Umstand, daß das Ergebnis der Impfung von der Menge des eingeführten Materials nicht wesentlich abhängt; ob eine halbe Öse in die Gallenblase eingeführt wurde oder die 10 fache Menge: die Verbreitung der Keime und die Dauer der Infektion waren ungefähr die gleichen. Wir möchten diese Beobachtung als Beweis dafür geltend machen, daß sich die Typhuskeime im Kaninchenorganismus in der Tat vermehren, und daß ihre langdauernde Anwesenheit im Tierkörper nicht auf einem bloßen Überdauern der Keime beruht. Denn im anderen Falle müßten die Bazillen nach einer Infektion mit geringen Kulturmengen zum wenigsten schwieriger zu finden sein als nach Einführung großer Infektionsdosen. Das war aber nicht der Fall.

Was den Bazillengehalt der verschiedenen Organe und Ausscheidungsprodukte nach der Gallenblasenimpfung anlangt, so erwies sich am häufigsten die Gallenblasenwand bazillenhaltig (93 %), nächstdem die Galle (90 %), dann folgten Leber und Dickdarm (66 %), Milz (56 %), Dünndarm (53 %) und Niere (46 %); Blinddarm und Mastdarm waren in 36 bezw. 27 % der Fälle keimhaltig, das Blut erwies sich bis zum 6. Tage nach der Infektion regelmäßig mit Typhusbazillen behaftet, später nicht mehr. Das Knochenmark des Oberschenkels war in keinem Falle infiziert. Zu einer Ausscheidung der Typhusbazillen mit dem Kot ist es nach unseren Versuchen in der Mehrzahl der in die Gallenblase infizierten Tiere gekommen. 72 % der so geimpften Kaninchen wiesen gelegentlich Typhuskeime in ihren Exkrementen auf. Aber diese positiven Bazillenbefunde waren durchaus unregelmäßig; bei einem Tiere wurde die Ausscheidung am 49. Tage nach der Infektion zum ersten Male beobachtet. An eine Verwertung der Bazillenausscheidung mit dem Kot zur Kontrolle chemotherapeutischer Einwirkungen war somit nicht zu denken. Sie erfordert aber aus dem Grunde größte Beachtung, weil sie den Anlaß dazu geben kann, daß Typhusbazillen bei unvorsichtigem Arbeiten mit den infizierten Tieren auf den Menschen übertragen

werden. Daher wurden diese Kaninchen stets in einem besonderen Raume gehalten, aus dem eine Verschleppung der Keime bei genauer Befolgung der Desinfektionsvorschriften nicht möglich war, und dem mit der Pflege der Kaninchen betrauten Wärter wurde größte Vorsicht zur Pflicht gemacht. Bei der Sektion der Tiere war der im Mastdarm befindliche geballte Kot in 43% der Fälle bazillenhaltig, der Urin in 21%, im wesentlichen aber nur in den ersten Tagen nach der Impfung, ähnlich wie das Blut.

Ein Vergleich unserer Impferfolge mit den verschiedenen Methoden der Applikation des Virus ergibt, daß die Impfung in die Gallenblase am meisten positive Resultate zeitigte (93% im ganzen, bei einer Sicherheit des positiven Befundes während 31 Tagen). Dann folgt die Impfung in die Niere mit 83% positiver Befunde im ganzen und 100% in 24 Tagen; an dritter Stelle steht die Injektion ins Lebergewebe (75% bei 19 tägiger Sicherheit). Diese drei Impfmethoden liefern bessere Ergebnisse als die Einführung des Infektionsstoffes in die Blutbahn, welche, wie auch die aus drei Kontrollversuchen zu den Organimpfungen zusammengestellte Tabelle Ic dartut, nur in $^2/_3$ der Versuche ein positives Impfresultat ergibt. Der Effekt der Impfungen in Teile des Darmtraktus bleibt hinter diesen Ergebnissen erheblich zurück.

Ein Punkt, der bei der Beurteilung des Wertes eines Versuchsmaterials für chemotherapeutische Zwecke nicht vernachlässigt werden darf, sind die anatomischen Veränderungen, die bei den Versuchstieren zutage treten. Bei der Impfung in die Gallenblase sind diese Veränderungen recht charakteristisch. Die Tiere zeigen am häufigsten mehr oder weniger schwere Entzündungen der Gallenblase. Die Gallenblasenwand erscheint in den ersten Tagen nach der Impfung stark injiziert und getrübt, später verdickt, derb, bindegewebig. Die Schleimhaut ist bei den frisch geimpften Tieren gerötet und mehr oder weniger rauh, körnig. Der Inhalt der Gallenblase ist in den meisten Fällen bald nach der Infektion eitrig getrübt, vielfach rahmig bis dickbreiig; in späteren Stadien pflegt sich die eitrige Trübung zurückzubilden, die Galle wird zähflüssig, aber durchscheinend; Andeutungen von Konkrementbildung wurden in einem Falle beobachtet.

Veränderungen, die als akute eitrige Entzündung der Gallenblase (Empyem) zu bezeichnen waren, fanden sich in etwa 50% aller Fälle, Erscheinungen von chronischer Cholecystitis in 20%, in 30% war die Gallenblase nur wenig verändert.

Die histologische Untersuchung der Gallenblasenwand ergab der wechselnden Natur der Entzündungsprozesse entsprechend etwas verschiedene Bilder. Die Befunde lassen sich dahin zusammenfassen, daß der Epithelzellenbelag der Schleimhaut mitunter ganz oder zum größten Teil fehlte und daß er dort, wo er vorhanden war, von polymorphkernigen Leukozyten reichlich durchsetzt wurde. Die noch vorhandenen Epithelzellen der Schleimhaut erschienen vielfach gequollen und mit schlecht färbbarem Kern ausgestattet, also im Zustand beginnender Nekrose. An der Oberfläche der Gallenblasenwand zeigten sich reichliche Auflagerungen von Leukozyten, die häufig von sehr zahlreichen Bakterien durchsetzt waren. Sehr charakteristisch sind die Veränderungen der Submucosa und der Muscularis. Beide zeigten sich mit In-

filtraten von Leukozyten und Lymphozyten durchzogen, teilweise waren sie auch diffus infiltriert. Hier und da begleiteten kleine Blutungsherde die endzündliche Infiltration, welche bis zum Peritoneum sich erstreckte. In diesen Infiltraten der Submucosa und auch der Muskelschicht fanden sich nun vielfach, aber durchaus nicht besonders häufig drusenförmige Ansammlungen von stäbchenförmigen Bakterien, die mit den Typhusbazillenherden in einer menschlichen Milz die größte Ähnlichkeit aufweisen. Je stärker die Entzündungsvorgänge waren, um so häufiger und leichter konnten die Bakterien gefunden werden. In anderen Fällen, in denen die Veränderungen der Gallenblasenwand auf eine mäßige oder geringe Infiltration der Schleimhaut sich beschränkten, waren die Bakterien nicht zu finden.

Es handelte sich also, den Ergebnissen der histologischen Untersuchung gemäß, um eine katarrhalische und interstitielle Entzündung der Gallenblase von meist akutem, eitrigem, seltener von chronischem, mehr bindegewebig-indurativem Charakter.

In etwa 20% der in die Gallenblase geimpften Versuchstiere zeigte auch die Leber Veränderungen, die wohl auf die Typhusinfektion zurückgeführt werden konnten. Sie war nämlich von kleineren oder größeren, höchstens erbsgroßen, weißgelben nekrotischen Herden durchsetzt, wie sie in ähnlicher Form auch bei der paratyphösen Erkrankung des Meerschweinchens regelmäßiger vorkommen. Ein Typhusbazillengehalt des Organs war aber mit diesen Veränderungen nicht immer vereinigt.

In wenigen Fällen konnten wir am Darmtraktus Veränderungen feststellen, die mit den Erscheinungen einer Typhusinfektion beim Menschen einige Ähnlichkeit hatten: starke Injektion und Schwellung der Follikel, Geschwüre im unteren Teil des Dünndarmes und Blutung aus ihnen. Indessen waren diese Veränderungen doch nur selten zu beobachten und es fragt sich, ob sie etwas mit der Typhusinfektion direkt zu tun hatten, oder ob sie, wie mehrfach angegeben worden ist, als Folgen der Giftwirkung der Bazillen anzusehen sind.

Aus unseren Versuchen können wir den Schluß ziehen, daß sich die direkte Injektion der Typhuskultur in die Gallenblase zur Erzeugung einer möglichst sicheren und anhaltenden Infektion des Kaninchens noch am besten eignet. Eine Erklärung für die Tatsache, daß die Typhusbazillen aus der Gallenblase nach intravenöser Zufuhr, bei der sie ja auch regelmäßig in die Galle übertreten, so schnell wieder verschwinden, ist wohl darin zu suchen, daß ihnen die normale Schleimhaut keine Gelegenheit zur Ansiedelung und Wucherung gestattet. Der Vorteil der direkten Injektion in die Gallenblase beruht eben in der Schädigung der Schleimhaut durch den entzündungserregenden Reiz des Eingriffes. Die Verhältnisse liegen hier ganz ähnlich wie bei der Entstehung einer chronischen Typhusinfektion der Gallenblase beim Menschen. Auch beim Menschen wird die Galle in den ersten Tagen der Infektion typhusbazillenhaltig; die Keime verschwinden aber mit der Heilung auch aus der Gallenblase mit Ausnahme derjenigen Fälle, in denen eine entzündliche Veränderung der Gallenblase durch Steinbildung oder andere Prozesse vorliegt. Wenn bei den geimpften Kaninchen eine stärkere Veränderung der Gallenblase im Gefolge der Impfung ausblieb, so war auch das Impfergebnis kein sicheres, wie die Tiere 635 und 1477 zeigen; dagegen

wies das noch am 217. Tage typhusbazillenhaltig gefundene Kaninchen eine schwere eitrige Cholecystitis auf.

Zu einem dem Ergebnis unserer Versuche ganz ähnlichen Resultat sind gleichzeitig mit uns und mit einer im wesentlichen gleichen Methodik Uhlenhuth und Messerschmidt (22) gekommen. Die Autoren berichten, daß es ihnen mittels der intravesikalen Typhusbazilleninjektion regelmäßig gelungen sei, Kaninchen zu Typhusbazillenträgern zu machen, die noch sechs Monate nach der Impfung die Keime in ihrem Körper beherbergen. Durch Verwendung von Passagestämmen zur intravesikalen Infektion gelang es ihnen vielfach, ein Krankheitsbild zu erzeugen, das in seinen anatomischen Verhältnissen und in seinem Verlauf manche Ähnlichkeit mit der menschlichen Typhuskrankheit aufwies.

Unsere endgültigen Erfahrungen über die Gallenblaseninfektion ergänzen unsere ersten Angaben und die Resultate von Uhlenhuth und Messerschmidt dahin, daß eine absolute Verläßlichkeit auch diesem Impfmodus nicht zukommt, daß er jedoch in einigen Fällen eine sehr lange anhaltende, bis über 7 Monate dauernde Infektion des Kaninchenorganismus zur Folge hat. Es kann sich in diesen Fällen wohl nur um eine echte Infektion, nicht um ein bloßes Überdauern der Bazillen handeln und die Verhältnisse liegen bei diesen Tieren ganz ähnlich wie bei einem menschlichen Bazillenträger.

Das Material, das mit dieser Methode gewonnen wird, scheint also für chemotherapeutische Versuche alles zu bieten, was erforderlich ist. Aber schon Uhlenhuth und Messerschmidt weisen darauf hin, daß die dadurch erzeugte Infektion ungewöhnlich schwer ist und konnten eine Beeinflussung weder durch aktive Immunisierung noch auf chemotherapeutischem Wege bisher erzielen. Auch die Ergebnisse von chemotherapeutischen Versuchen, die der eine von uns gemeinsam mit Wolf angestellt hat und demnächst veröffentlichen wird, haben gezeigt, daß wir es in der Gallenblaseninfektion mit einem außerordentlich schwer zu beeinflussenden Prozeß zu tun haben, demgegenüber Pharmaka, die bei intravenöser Infektion einen Erfolg deutlich erkennen ließen, versagten. Das liegt offenbar daran, daß durch den in der Gallenblase der meisten Tiere enthaltenen Eiter der Zutritt der Mittel zu den im Innern von Flocken und Eiterklümpchen enthaltenen Bazillen sehr erschwert ist und daß in vielen Fällen die Pharmaka gar nicht oder nur in verschwindend geringer Menge in die Gallenblase gelangen, weil sie, mit der Galle ausgeschieden, direkt in den Darm entleert werden, da der Ductus cysticus vielfach entweder durch einen Eiterpfropf verschlossen oder durch eine entzündliche Wandverdickung hochgradig verengt ist.

Nun liegen ja, wie schon gesagt, beim menschlichen Bazillenträger ganz ähnliche, mitunter noch schwierigere Verhältnisse vor. Eine Zusammenstellung der von Bindseil (25) mitgeteilten Sektionsbefunde und des nachträglich von Messerschmidt (26) publizierten Befundes bei Typhusbazillenträgern ergibt, daß bei 35% derselben eine mehr oder weniger schwere Cholecystitis vorlag, daß 65% mit Gallensteinen behaftet waren, welche die Einwirkung der Mittel gewiß in hohem Grade erschweren, und daß nur 15%

in der Gallenblase annähernd normale Verhältnisse darboten. Die menschlichen Bazillenträger werden demnach wohl mindestens ebenso schwer zu heilen sein wie das in die Gallenblase infizierte Kaninchen. Die intravesikale Impfmethode wird demnach für die Auswahl zwischen mehreren als chemotherapeutisch wirksam erkannten Pharmaka das entscheidende Versuchsmaterial liefern können. Aber für die Auffindung geringer Einflüsse, die bei der chronischen Anwendung der Mittel am Menschen doch schon merkbare Erfolge zu zeitigen vermögen, erscheint dieser Infektionsmodus der zwar weniger sicheren, aber auch leichter zu beeinflusenden intravenösen Impfung doch unterlegen.

Das Ergebnis unserer Untersuchungen läßt sich dahin zusammenfassen:

1. Durch Einspritzung von $^1/_2$—5 Ösen einer Typhuskultur in die Gallenblase von Kaninchen läßt sich ein länger dauernder und regelmäßiger Typhusbazillengehalt der Galle und der meisten inneren Organe erzeugen. Es handelt sich dabei um eine echte Infektion, nicht um ein einfaches Überdauern der Bazillen, was uns durch die gleichartige Wirkung großer und kleinerer Bazillenmengen, die Lagerung typischer drusenartiger Bazillenverbände im Inneren der infiltrierten Gallenblasenwand und die lange Dauer des Bazillengehaltes der Organe bewiesen zu werden scheint.

In unserer Versuchsreihe boten die bis zum 31. Tage untersuchten Tiere regelmäßig einen Typhusbazillenbefund in der Gallenblase. Bei den später sezierten Kaninchen fehlten die Bazillen in einigen Fällen. Bei einem Tiere konnte ein Typhusbazillengehalt noch am 217. Tage nach der Impfung nachgewiesen werden.

2. Der intravesikale Impfmodus erzeugt ein anatomisches Bild, welches mit dem des menschlichen Bazillenträgers vielfache Analogien aufweist. Es handelt sich in der Regel um einen tiefgreifenden Prozeß, der für eine chemotherapeutische Beeinflussung schwierige Verhältnisse bietet. Die Dauer des Bazillengehaltes der Tiere hängt im allgemeinen von der Schwere der Veränderungen ab.

3. Auch eine Injektion von Typhuskultur ins Parenchym der Leber und der Niere liefert sicherere Ergebnisse als die intravenöse Injektion. Doch ist die Nierenimpfung wenig ausgiebig und labil, während die Leberinfektion vielfach mit schweren nekrotisierenden Veränderungen einhergeht, die im Bilde der menschlichen Typhusinfektion kein Analogon haben.

4. Die Injektion von Typhusbazillen in Teile des Darms liefert ein unsicheres Infektionsergebnis, welches dem Resultat der intravenösen Infektion weit unterlegen ist.

Literatur.

1. Hailer und Ungermann, Dentsche medizinische Wochenschrift 1912, Nr. 48.
2. Metschnikoff, Compt. rend. de l'Acad. des sciences. T. 150, Nr. 12.
3. Metschnikoff et Besredka, Annales de l'institut Pasteur. T. XXV. 1911.
4. Pfeiffer und Kolle, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 21, 1896.
5. Petrnschky, Ebenda. Bd. 12. 1892.
6. Seitz, Bakteriologische Studien zur Typhusätiologie. München 1886.
7. Beumer nnd Peiper, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 21. 1896.
8. Sirotinin, Ebenda. Bd. I. 1886.
9. Scordo, Zentralblatt für Bakteriologie. Originale. Bd. 57.
10. Hailer und Ungermann, Ebenda. Bd. 63.
11. Fränkel, A., Zentralblatt für klinische Medizin. 1886.
12. Nicoll, Krnmwiede, Pratt und Bullowa. Journal of the American Med. Association Vol. 59. 1912.
13. Bezzola nnd Vallardi, Pathologica. Vol. 4. 1912.
14. Ledingham, zitiert nach H. de R. Morgan. Journal of hygiene 1911, S. 202.
15. Blackstein, The Johns Hopkins Hospital Bulletin 1891. 11.
16. Doerr, Zentralblatt für Bakteriologie. Originale I. Bd. 39.
17. Koch, Zeitschrift für Hygiene nnd Infektionskrankheiten. Bd. 62. 1909.
18. Chiarolanza, Ebenda.
19. Conradi, Zeitschrift für Immunitätsforschung. Originale. Bd. VII.
20. Hailer und Rimpau, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. 36 u. 47.
21. Hailer und Ungermann, Ebenda Bd. 47.
22. Uhlenhuth und Messerschmidt, Dentsche medizinische Wochenschrift 1912, S. 2347.
23. Johnston, Journal of medical Research. V. 27, 1912/13.
24. Violle, H., Annales de l'institut Pasteur. T. 26. 1912.
25. Bindseil, Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten. Bd. 74, S. 369.
26. Messerschmidt, Ebenda. Bd. 75, S. 411.
27. Conrmont et Rochaix, La semaine médical 1910, Nr. 26.
28. Marxer, Zeitschrift für Chemotherapie. Orig. Bd. 2. 1913.
29. Grünbaum, Münch. med. Wochenschrift 1897, S. 330.
30. Weinberg, Semaine méd. 1907, Nr. 1.
31. Gabbi, Deutsche mediz. Wochenschrift 1908, S. 666.

Tabelle I. Ergebnisse

a) In den

Lfde. Nr.	Tiernummer	Versuchsreihe	Infektionsdosis (Ösen)	Am ? Tage nach der Infektion: gestorb.	Am ? Tage nach der Infektion: getötet	Bakteriologische: Galle: direkt	Galle: Mal.	Gallenblase: Galle	Gallenblase: Mal.	Leber: direkt	Leber: Galle	Leber: Mal.	Milz: direkt	Milz: Galle	Milz: Mal.
1	484	III	10	4		—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	
2	516	III	10		24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1533	IV	5		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1534	IV	5		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1535	IV	5		27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty
Prozentverhältnis der positiven Befunde in den einzelnen Organen						0 %		0 %		0 %			40 %		

Prozentverhältnis der

b) in den

1	472	III	5		24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

c) in die

1	1489	VII	2		25	(nicht untersucht)		Ty		Ty	Ty		Ty	—	Ty
2	1543	V	2		30	Ty		—	—	—	—	—	—	—	—
3	1544	V	2		30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prozentverhältnis der positiven Befunde in den einzelnen Organen						(50 %)		33 %		33 %			33 %		

Prozentverhältnis der

Tabelle II. Ergebnisse der

Lfde. Nr.	Tiernummer	Versuchsreihe	Infektionsdosis (Ösen)	Am ? Tage nach der Infektion: gestorb.	Am ? Tage nach der Infektion: getötet	Bakteriologische: Galle: direkt	Galle: Mal.	Gallenblase: Galle	Gallenblase: Mal.	Leber: direkt	Leber: Galle	Leber: Mal.	Milz: direkt	Milz: Galle	Milz: Mal.	Niere: direkt	Niere: Galle	Niere: Mal.
1	1537	V	5	3		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
2	1538	V	5	5		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
3	300	II	1	7		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty		Ty	Ty		
4	1490	VIII	3	7		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty		
5	1473	VI	5	19		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty			Ty		
6	249	II	1		23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	493	II	1		23	Ty		Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	—	—
8	1536	IV	10		29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1471	VI	5		31	Ty		Ty		—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1472	VI	5		31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	1041	VI	5		31	Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
12	1478	VII	3		46	Ty		Ty		—	—	—	Ty			Ty		
Prozentverhältnis der positiven Befunde in den einzelnen Organen						75 %		75 %		58 %			58 %			58 %		

Prozentverhältnis der

der Infektion.

Blinddarm.

Befunde								Anatomische Befunde	Lfde. Nr.
Niere			Blinddarm	Dünndarm	Mastdarm	Blut	Urin		
direkt	Galle	Mal.							
—	—	Ty	—	—	—				1
—	—	—	—	—	—	—	—	Normaler Befund.	2
—	—	—	—	—	—	—	—	Desgl.	3
—	—	—	Ty	—	Ty	—	—		4
—	—	—	—	—	—	—	—		5
20 %			20 %	0 %	20 %	0 %	0 %		

infizierten Tiere: 60 %.

Dünndarm.

—	—	—	—	—	—	—	—	Ausgedehnte Adhäsionen an der Operationsstelle, sonst nichts Abnormes.	1

Blutbahn.

—	—	—	—	Ty	Ty	—	—	Normaler Befund.	1
—	—	—	—	—	—	—	—		2
—	—	—	—	—	—	—	—	Kleine nekrotische Leberherde.	2
0 %			0 %	33 %	33 %	0 %	0 %		

infizierten Tiere: 66 %.

Infektion in die Leber.

Befunde																Anatomische Befunde	Lfde. Nr.
Blinddarm		Dünndarm		Colon		Mastdarm		Knochenmark		Blut		Urin		Kot			
Galle	Mal.	direkt	Mal.	direkt	Mal.	direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	direkt	Galle	direkt	Mal.		
	—		—		—					—			—			Ausgedehnte nekrotisierende Leberherde. Colitis acuta. Pneumonie.	1
	Ty		Ty							Ty		Ty				Ausgedehnte nekrotisierende Leberherde. Akute Enteritis.	2
	Ty		—		—					—						—	3
	—		—		—					—						Peritonitis fibrinosa. Starke Leberschwellung.	4
	—		—		—					—						Nekrotischer Leberherd.	5
	—		—		—				—	—		—	—			Abszeß an der Leberoberfläche. Adhäsive Peritonitis.	6
	Ty		Ty		—				—			—				Abszeß an der Leberoberfläche. Peritonitis adhaesiva.	7
	—		—		—					—		—				Nekrotische Herde in der Leber.	8
	—		—		—					—		—				Einzelne nekrotische Leberherde. Cholecystitis purulenta.	9
	—		—		—					—		—				Normaler Befund.	10
	Ty		Ty		Ty							—				Peritonitis adhaesiva. Cholecystitis purulenta.	11
	Ty		Ty		—					—					Ty	Peritonitis adhaesiva. Körnige Trübung der Galle. Cholecystitis.	12
41 %		33 %		9 %				(0 %)		10 %		12 %					

infizierten Tiere: 75 %.

Tabelle III. Ergebnisse der

Lfde. Nr.	Tiernummer	Versuchsreihe	Infektionsdosis (Ösen)	Am ? Tage nach der Infektion		Bakteriologische									
						Galle		Gallenblase		Leber			Milz		
				gestorb.	getötet	direkt	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.
1	1445	VI	5	14		—	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1444	VI	5		24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	1469	VI	5		24	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—
4	1470	VI	5		24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty
5	145	X	1		24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1491	VIII	3		47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	142	X	1	112		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Prozentverhältnis der positiven Befunde in den einzelnen Organen						14 %		0 %		14 %			14 %		

Prozentverhältnis der infizierten

Tabelle IV. Ergebnisse der

Lfde. Nr.	Tiernummer	Versuchsreihe	Infektionsdosis in Ösen	An welchem Tage nach der Infektion		Bakteriologische														
						Galle		Gallenblase		Operationsknoten an Gallenblasse		Leber			Milz			Niere		
				gestorb.	getötet	direkt	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.
1	133	IX	1	1		Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
2	134	IX	2	2		Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		—	Ty	
3	135	IX	2	2		Ty		Ty				Ty	Ty		—	Ty		Ty	Ty	
4	1484	VII	3	3		Ty		Ty				Ty	—	Ty	Ty	Ty		Ty	Ty	
5	1476	VII	2	3		Ty	Ty	—	Ty			Ty	Ty		Ty	—	Ty	Ty	Ty	
6	1481	VII	3	3		Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
7	1486	VII	3	8		Ty		Ty				Ty	Ty		—	—	—	Ty	Ty	
8	691	XI	1/2	10		Ty		—	Ty	Nicht untersucht		—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	18	XIII	1	10		Ty		Ty				—	Ty		—	Ty		—	—	—
10	1541	V	5	16		Ty		Ty				Ty	Ty		—	—	—	—	—	—
11	1542	V	5	16		Ty		Ty				Ty	Ty		—	—	—	—	—	—
12	1827	I	1/8		19	—	Ty	Ty				—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	456	I	1/8		19	Ty		Ty				—	Ty		—	—	—	—	Ty	
14	524	I	1/2		19	Ty		Ty				—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	485	I	1/4		19	Ty		Ty				Ty	Ty		—	Ty		—	—	—
16	1483	VII	3	19		Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
17	87	II	1/2		23	Ty	Ty	Ty				—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	36	II	1/8		23	Ty		Ty					Ty		Ty	Ty		—	—	—
19	1474	VII	1	27		—	—	Ty				—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	553	XI	1/8		27	Ty		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—

Infektion in die rechte Niere.

Befunde											Anatomische Befunde	Lfde. Nr.
Rechte Niere			Linke Niere			Blinddarm	Dünndarm	Mastdarm	Blut	Urin		
direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.							
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—		Starke Abmagerung. Peritonitis adhaesiva. Sonst normal. Befund.	1
Ty	Ty		—	—	—	—	—	—	—	Ty	Eiterherd an der Injektionsstelle. Cholecytitis.	2
Ty	Ty	—	—	—	—	Ty	—	Ty		—	Eiterherd an der Injektionsstelle.	3
Ty	Ty	—	—	—	—	—	Ty	—		—		4
Ty	Ty	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	Normaler Befund.	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Eiterung an der Injektionsstelle der rechten Niere. Inguinaldrüse rechterseits geschwollen u. vereitert.	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		7
71 %			0 %			14 %	14 %	14 %	0 %	33 %		

Tiere (ohne Nr. 7): 83 %.

Infektion in die Gallenblase.

Befunde																Anatomische Befunde	Lfde. Nr.
Blinddarm		Dünndarm		Colon		Mastdarm		Knochenmark		Blut		Urin		Kot			
Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Mal.		
	Ty		Ty				Ty			Ty		Ty					1
	Ty		Ty				Ty			Ty		Ty				Circumscripte Peritonitis. Leber und Niere trüb, geschwollen. Milztumor. Galle eitrig.	2
	Ty		Ty				Ty			Ty		Ty				Circumscripte Peritonitis, Cholecystitis purulenta, Inhalt d. Gallenblase breiig-eitrig.	3
	—		—				—		—	—	—	—	—			Starke Enteritis. Adhäsive Peritonitis. Gallenblase wenig verändert.	4
	—		—				—		—	Ty		—	—			Schwere Cholecystitis. Adhäsive Peritonitis.	5
	—		—				—			Ty		Ty				Cholecystitis purulenta. Adhäsionen zwischen Peritoneum, Leber u. Gallenblase.	6
	Ty		—				—			—		—	—			Gallenblase stark vergrößert, mit dickbreiigem eitrigem Inhalt gefüllt (Empyem).	7
	—		—				Ty			—	—	—	—		Ty	Schwere Cholecystitis purulenta. Peritonitis adhaesiva. Einzelne Leberherde.	8
	—		—				—			—	—	—	—			Cholecystitis purulenta acuta. Peritonitis adhaesiva.	9
	Ty		Ty		Ty			—	—	—	—	—	—			Peritonitis. Cholecystitis purulenta.	10
	—		Ty		Ty			—	—	—	—	—				Cholecystitis. Viele Verwachsungen.	11
	Ty	—	Ty	—	—			—	—	—	—	—	—			Einzelne Nekroseherde in der Leber. Cholecystitis.	12
	—		—		—			—	—	—	—	Ty				Beginnende eitrige Peritonitis. Galle wenig verändert.	13
	Ty	—	Ty	—	Ty			—	—	—	—	—	—			Einzelne Lebernekrosen. Galle wenig verändert.	14
—	—		Ty		Ty			—		—		—				Schwere nekrotische Veränderungen der Leber. Milztumor. Adhäsive Peritonitis. Galle wenig verändert.	15
	—		—		—		—			—		Ty					16
	—		Ty	Ty				—	—	—		—				Cholecystitis purulenta.	17
	—	Ty		Ty				—		—		—				Cholecystitis und Pericholecystitis.	18
	—		—				—		—	—						Adhäsionen des Peritoneums um Gallenblase und Leber. Gallenblase leicht verdickt. Galle normal.	19
	—		Ty				Ty					—	—	Ty		Gallenblase vergrößert. Galle trübe, körnig.	20

Fortsetzung von

Lfde. Nr.	Tiernummer	Versuchsreihe	Infektionsdosis in Ösen	An welchem Tage nach der Infektion		Bakteriologische														
						Galle		Gallenblase		Operationsknoten an Gallenblase		Leber			Milz			Niere		
				gestorb.	getötet	direkt	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.	direkt	Galle	Mal.
21	22	XIII	1/3		28	Ty		Ty		Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
22	141	IX	1		28	Ty		—	Ty			—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	148	IX	1		28	Ty		Ty				—	—	—	—	Ty		—	Ty	
24	1540	V	3		30	Ty		Ty				—	—	Ty	—	—	—	—	—	—
25	1539	V	3		30	Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—
26	26	XIV	1		31	Ty		Ty		Ty		—	Ty		Ty	Ty		—	Ty	
27	4	XII	2/3		32	—	Ty	—	Ty	—	Ty	—	—	—	—	Ty		—	—	Ty
28	635	XII	2/3		32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
29	1477	VII	3		38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
30	1485	VII	3	217		Ty		Ty				Ty	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty	
Prozentverhältnis der positiven Befunde in den einzelnen Organen						90 %		93 %		(66 %)		66 %			56 %			46 %		

Prozentverhältnis der

Tabelle V. Ergebnis der Kotuntersuchungen bei in die Gallen-

Lfd. Nr.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	141															—	—		Ty	
2	148											—			—			—		—
3	1477																			
4	1485																			
5	1474																			
6	691			Ty		Ty		Ty		—	Ty									
7	553		—			Ty			—	—	—	Ty				Ty		Ty		
8	4		—										Ty					Ty	—	
9	635			—	—			—				—			—	—	Ty			—
10	22									Ty			—						—	
11	26		Ty				—												—	—

Tabelle IV.

Befunde																Anatomische Befunde	Lfde. Nr.
Blinddarm		Dünndarm		Colon		Mastdarm		Knochenmark		Blut		Urin		Kot			
Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	Galle	Mal.	direkt	Mal.		
	—		Ty				—					—	—	Ty		Cholecystitis purulenta. Peritonitis circumscripta adhaesiva.	21
	Ty		Ty				—				—		—				22
	—		—				—				—		—			Cholecystitis.	23
	Ty		—				—				—		—			Empyem der Gallenblase. Zahlreiche nekrotische Leberherde (Coccidienknoten?).	24
	Ty		Ty				Ty				—					Gallenblase vergrößert, Inhalt schleimig, aber klar.	25
	Ty		Ty				—					—				Cholecystitis purulenta.	26
	—		—				—					—			—	Keine Veränderungen. Galle klar.	27
—	—	—	—				—					—			—	Peritonitis circumscripta adhaesiva. Gallenblase etwas vergrößert, Galle klar.	28
	—		—				—				—	—			—	Gallenblase etwas verdickt, Galle klar, dickflüssig.	29
	—		Ty				—					—			—	Cholecystitis purulenta, Enteritis. Pneumonie.	30
36 %		53 %		66 %		27 %		0 %		26 %		21 %		43 %			

infizierten Tiere: 93 %.

blase geimpften Kaninchen am ?ten Tage nach der Infektion.

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	42	49	Lfd. Nr.
					—			Ty								—					1
	—				—																2
	—	—	—			—	—						—								3
			—							—			—					—			4
						—	Ty		—												5
																					6
							Ty								—						7
	Ty	—			—						—									—	8
	—	—	—		—	—		—		—	—	—									9
		Ty	Ty	Ty		Ty	Ty														10
	—	—		—		Ty		—					—								11

Weitere Versuche zur Infektion des Kaninchens mit Typhusbazillen.

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer, ständigem Mitarbeiter und **Dr. med. G. Wolf,** wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamt.

In einer „Zur Frage der fäkalen Ausscheidung darmfremder Bakterien" betitelten Arbeit berichtet H. Raubitschek[1]), daß es ihm gelungen sei, nach subkutaner oder intraperitonealer Vorbehandlung von Hunden und Kaninchen in ihrem Darmkanal eine Bakterienart anzusiedeln, die normalerweise in ihm nicht vorkommt. Die Bakterien verhielten sich dabei wie völlig harmlose Saprophyten und riefen im Darm keine nachweisbaren Veränderungen hervor.

Bei früheren Versuchen war es nur in seltenen Fällen gelungen, durch Fütterung Typhus-, Dysenterie- oder Cholerabazillen im Darm von Versuchstieren zur Ansiedelung zu bringen[2]).

Raubitschek stellte sich nun die Frage, ob sich ein Tier, das vorher durch Injektionen an einen an und für sich darmfremden Mikroorganismus gewöhnt, also gegen ihn immunisiert wurde, bei oraler Einverleibung dieser Bakterienart ebenso ablehnend gegen sie verhält, wie nicht vorbehandelte Versuchstiere.

Die Ansiedelung darmfremder Keime im Darm vorbehandelter Tiere würde eine bemerkenswerte Analogie zu der neuerdings bei Menschen so oft beobachteten Erscheinung der „Dauerausscheidung" bilden. Man könnte nämlich nach dem Verfasser aus einem positiven Ergebnis der Versuche den Schluß ziehen, daß der Organismus durch das Überstehen einer Infektionskrankheit auch in dem Sinne eine Umstimmung erfährt, daß er jetzt den betreffenden Erregern eine dauernde Ansiedlung und Vermehrung in seinem Darmtrakt ermöglicht. Dieser Schluß wäre durchaus vereinbar mit dem Vorgang der Dauerausscheidung von Cholera- und Dysenterieerregern; es könnte aber auch für den Typhus gelten, da die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Gallenblase von manchen Seiten als irrelevant für die fäkale Dauerausscheidung des Erregers angesehen werden. Für

[1]) H. Raubitschek, Virchows Archiv, Bd. 209, S. 209, 1912.

[2]) Für Typhusbazillen ist nach Scordo (Centralbl. f. Bakt., I. Abt. Orig. Bd. 57) die Ziege empfänglich; Hailer und Ungermann (ebenda Bd. 63, S. 337) konnten dagegen bei ihren Versuchen Typhusbazillen in Ziegen nicht zum Haften bringen.

das Wesen des „Bazillenträgers" würde dadurch allerdings keine Erklärung gegeben werden.

Raubitschek immunisierte 5 Kaninchen und 16 Hunde durch intraperitoneale und subkutane Injektionen mit Prodigiosus- und Cholerabazillen bis das Blutserum ein erhebliches Agglutinationsvermögen hatte; dann wurde die betreffende Bakterienart den Tieren per os zugeführt. Alle Versuche hatten ein völlig eindeutiges und übereinstimmendes Ergebnis. Die Protokolle werden nur von einem mit Prodigiosuskulturen behandelten Hund mitgeteilt; im Stuhl dieses Tieres konnten bis zum 53. Tag nach der oralen Infektion Prodigiosuskeime nachgewiesen werden, vom 25. Tage ab gelang der Nachweis allerdings immer seltener und schließlich nur noch in größeren Pausen.

Würde es gelingen auf diese Weise auch Typhusbazillen im Kaninchendarm zur Ansiedelung zu bringen, so wäre die orale Infektion nach vorausgegangener Immunisierung ein bequemer und vor allem sich der natürlichen Herausbildung einer Dauerausscheidung anschmiegender Weg, um das auf andere Weise schwer zu erreichende längere Haften von Typhusbazillen im Kaninchen zu erzielen.

Wir unternahmen daher, einer Anregung des damaligen Direktors der bakteriologischen Abteilung, Herrn Geheimen Regierungsrats Dr. Weber, folgend, Versuche, nach den von Raubitschek bei Prodigiosus- und Cholerabazillen erhobenen Befunden eine Infektion des Kaninchens mit Typhusbazillen herbeizuführen.

Wir begannen die Versuche mit 12 Kaninchen (siehe Tabelle I), von denen wir sechs ins Peritoneum, vier unter die Haut und zwei in die Ohrvene von 7 zu 7 Tagen sich verdoppelnde Mengen lebender Typhusschrägagarkultur zuführten und zwar $^1/_4$, $^1/_2$, 1 Öse, dann 2 Ösen, $^1/_2$ und bei der sechsten Injektion eine ganze Schrägagarkultur des Stammes. Fünf von den Tieren gingen während der Immunisierung teils an den Folgen der Infektion teils an Kaninchenseuche ein. Den überlebenden 7 Tieren wurde in der 7. Versuchswoche Blut aus der Ohrvene entnommen und das Serum auf seinen agglutinatorischen Titer geprüft; er wurde meist zu 1 : 5000, in 2 Fällen zu 1 : 10000 gefunden.

Schon während dieser Vorbehandlung wurde der Stuhl der Tiere immer wieder auf Typhusbazillen untersucht. Zu dem Zweck wurden die in der Rückenlage festgehaltenen Kaninchen durch massierendes Pressen der unteren Bauchpartien zur Abgabe von Kot veranlaßt; gelang dies nicht so wurden die Tiere in sterilisierte Steinguttöpfe gesetzt, bis sie Kot abgesetzt hatten. Die ausgepreßten bezw. abgesetzten Fäces wurden in sterilen Porzellanreibschalen mit einigen Tropfen Kochsalzlösung zu einem dicken Brei verrieben und davon reichliche Mengen auf einer Malachitgrün-Agarplatte und von hier aus auf zwei Blauplatten verteilt. Wurden auf diesen am folgenden Tag keine verdächtigen Kolonien festgestellt, so wurde die Malachitplatte mit Kochsalzlösung abgeschwemmt und wieder Ausstriche auf 2 Blauplatten angelegt. Verdächtige Kolonien wurden auf Schrägagar überimpft und nach einer Probeagglutination durch eine Serumverdünnung von 1 : 200 eventuell auf Neutralrotagar, Lackmusmolke und Barsikow-Lösung I verimpft und mit einem gut agglutinierenden Serum in den Verdünnungen 1:100, 1:500, 1:1000, 1:5000 und 1:10000 geprüft.

Während der Immunisierungsperiode wurden in dieser Versuchsreihe nur einmal Typhusbazillen festgestellt (siehe Tabelle I) und zwar bei einem mit intraperitonealen Injektionen behandelten Tier am Tag nach der Zufuhr von einer ganzen Schrägagartyphuskultur.

Nachdem eine ausreichende Immunisierung festgestellt war, wurden den 7 noch vorhandenen Kaninchen je 50 ccm gut gewachsener, 28 Stunden alter Typhusbouillonkultur mit der Schlundsonde in den Magen eingeführt. Die Kotuntersuchungen wurden dann systematisch durchgeführt. Da sie während der folgenden 3 Wochen durchweg ein negatives Ergebnis hatten, wurden am 21. Tag nach der ersten stomachalen Infektion nochmals 50 ccm Typhusbouillonkultur auf gleiche Weise den noch lebenden 4 Kaninchen (3 waren inzwischen eingegangen) verabreicht; aber auch in der folgenden Zeit ließen sich keine Typhusbazillen im Kot nachweisen.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe sind in Tabelle I zusammengestellt. Eine Dauerausscheidung von Typhusbazillen war danach nicht erzielt worden; es konnten vielmehr bei keiner einzigen Kotuntersuchung nach der stomachalen Infektion Typhuskeime festgestellt werden.

Nun erschien uns gegen unsere in der ersten Reihe beobachtete Versuchsanordnung der Einwand möglich, daß die mit der Schlundsonde in den Magen eingeführten Typhusbazillen durch die Magensäure nachteilig beeinflußt worden seien oder daß 50 ccm gut gewachsener Typhus-Bouillonkultur keine für die Infektion ausreichende Keimmenge enthielten. Wir entschlossen uns daher in einer zweiten Versuchsreihe diese Einwände auszuschalten.

Wir nahmen wieder 12 kräftige Kaninchen in den Versuch; je 4 wurden durch subkutane, intravenöse und intraperitoneale Injektionen von in Kochsalzlösung aufgeschwemmten lebenden Agarkulturen eines anderen Typhusstammes immunisiert. Sie erhielten je 7 Injektionen, die in Abständen von je 7 Tagen vorgenommen wurden, wobei die Impfdosen von $^1/_4$ über $^1/_2$, 1, 2, 4, 8 auf 16 Ösen gesteigert wurden. 7 von den 12 Kaninchen gingen während der Immunisierungsperiode an den Folgen der Infektion ein; übrig blieben je 2 auf intraperitonealem und intravenösem und ein auf subkutanem Wege behandeltes Tier.

Sieben Tage nach der letzten Injektion wurde das Serum der überlebenden Kaninchen auf seine agglutinierende Wirkung geprüft; von den intraperitoneal und intravenös behandelten Tieren hatte je das eine einen Titer von 1:10000, das andere einen solchen von 1:5000; das subkutan gespritzte Kaninchen besaß einen Titer von 1:1000. Die Immunisierung war demnach ausreichend.

Die Infektion dieser 5 Tiere per os wurde diesmal vorgenommen, nachdem durch 3 ccm 5%iger Sodalösung die Magensäure unschädlich gemacht war. Und zwar wurde jedem Kaninchen der dichtgewachsene Belag einer Agarkultur von einer Schale von 22 cm Durchmesser in 50 ccm Kochsalzlösung aufgeschwemmt mit der Schlundsonde in den Magen eingeführt (s. Tabelle II A).

Nachdem schon während der Immunisierung die Fäces der Versuchstiere immer wieder auf Typhusbazillen geprüft worden waren, wurde nach der Infektion per os

die Stuhluntersuchung in der beim ersten Versuch beschriebenen Weise systematisch durchgeführt. In dieser zweiten Versuchsreihe (s. Tabelle III A) wurden in der Tat bei 2 Tieren je dreimal Typhusbazillen in den Fäces festgestellt und zwar bei dem einen Tier unter 15, bei dem andern unter 10 Kotproben. Bei dem einen Tier (Versuchs-Nr. 754) lag das eine positive Ergebnis in der Immunisierungszeit. Vom zehnten Tag nach der stomachalen Infektion ab, wurden aber bei keinem der beiden Tiere mehr Typhusbazillen in den Exkrementen nachgewiesen. Diese beiden Tiere waren auf intravenösem Weg immunisiert worden. Es ist uns nun von unseren früheren Versuchen her bekannt, daß das Typhusvirus bei den intravenös infizierten Kaninchen sich in vielen Fällen in der Gallenblase ansiedelt, daß es von dort mit der Galle in den Darm gelangt und mit dem Kot ausgeschieden wird. Dieser vereinzelte Nachweis von Typhusbazillen berechtigt daher noch nicht anzunehmen, daß durch stomachale Infektion immunisierter Tiere eine Ansiedlung der Keime im Darm zu erreichen sei, und die zeitlich so begrenzte Absonderung des Virus verbietet es vollends von einer Dauerausscheidung zu sprechen.

Bei den beiden auf intraperitonealem Wege und dem einen subkutan vorbehandelten Tier waren während der ganzen Versuchszeit, während der Immunisierung und nach der Infektion per os, nie Typhusbazillen festzustellen (s. Tabelle II).

Auch dieser Versuch zeigt somit, daß sich auf dem von Raubitschek für die Behandlung mit Prodigiosus- und Cholerakeimen erprobten Weg keine Dauerinfektion der Kaninchen mit Typhusbazillen erreichen läßt.

Die Versuche sind daher auch keine Stütze für die von Raubitschek zitierte Anschauung, daß die pathologisch-anatomischen Veränderungen der Gallenblase nur häufige Folgeerscheinungen des Abdominaltyphus und irrelevant für die fäkale Dauerausscheidung seien. Im Gegenteil, sie machen es wahrscheinlich, daß es auch beim Kaninchen nicht zu einer dauernden Ansiedlung des Typhusvirus im Darm, sondern nur in der Gallenblase kommt; denn die beiden Fälle mit positivem Nachweis der Keime in den Fäces können ohne Zwang auf eine Ausscheidung mit der Galle zurückgeführt werden.

Die Hoffnung, auf dem von Raubitscheck angegebenen Wege für unsere chemotherapeutischen Versuche einen sicheren und relativ einfachen Infektionsmodus von Kaninchen zur Erzielung einer Typhusdauerausscheidung zu erhalten, hat sich somit nicht erfüllt.

Zur Kenntnis der Verbreitung der Typhusbazillen im Kaninchen ist es noch von Interesse die Sektionsergebnisse der während der Immunisierung und nach der stomachalen Infektion eingegangenen Tiere zu betrachten (s. Tabelle II B und III).

Es ergibt sich daraus folgendes:

Von den mit intraperitonealen Injektionen des Virus behandelten Tieren gingen während des Immunisierungsprozesses ein die Tiere Nr. 36 und 31 (s. Tabelle III); bei beiden waren Typhusbazillen in der Gallenblase und in anderen Organen nachzuweisen; zwischen der letzten zur Immunisierung vorgenommenen Injektion und dem

Tod lagen bei ihnen 6 bezw. 7 Tage. War ein längerer Zeitraum zwischen diesen beiden Momenten verstrichen (15, 37, 41, 91 Tage), so wurden keine Typhusbazillen nach intraperitonealer Einverleibung mehr in den Organen gefunden (Tiere Nr. 37, 42, 761, 763 in Tabelle III).

Wurde die Immunisierung durch subkutane Injektionen des Virus bewirkt, so waren schon am 1. und zweimal am 4. Tag nach der letzten Spritzung keine Keime in den untersuchten Organen festzustellen (die Tiere Nr. 35, 39 und 760 der Tabelle III); ebensowenig natürlich nach $2^{2}/_{3}$ Monaten (Tier Nr. 729 in Tabelle II B).

Intravenöse Zufuhr der Typhusbazillen bewirkte ein länger dauerndes Haften des Virus in den Organen: am 1., 18. und 51. Tage nach der letzten Injektion der Typhusbazillen in die Ohrvene (die Tiere Nr. 38 und 40 aus Tabelle III und 754 aus Tabelle II B) war das Virus in einzelnen Organen nachzuweisen: die Gallenblase wurde infiziert gefunden am 18. und 51. Tag, auffallenderweise nicht an dem der Injektion folgenden Tag (Tier Nr. 38 in Tabelle III). In einem Kaninchen (Nr. 756 in Tabelle II B) waren am 36. Tag nach der letztvergangenen intravenösen Impfung keine Typhuskeime mehr in den Organen auffindbar. Dies steht in Übereinstimmung mit unseren Erfahrungen bei anderen Versuchen über die Infektion des Kaninchens mit Typhusbazillen; denn auch bei diesen mit verschiedenen Typhusstämmen vorgenommenen Infektionen hatte die intravenöse Impfung kein sicheres Haften des Virus in den Organen über 4 Wochen hinaus bewirkt[1]).

[1]) Siehe Ausführlicheres bei Hailer und Ungermann in der vorhergehenden Arbeit.

Tabelle I. Erste Versuchsreihe (zweimalige Infektion der

Laufende Nr.	Versuchstier Nr.	Zahl der Dosen zur Immunisierung	u. Größe der Dosen zur Immunisierung	Art der Behandlung	Erreichter Agglutinationstiter	Infektion per os: mit	Infektion per os: am ? Tag nach der letzten Spritzung	Ergebnis der … während der Immunisierungsperiode am 1. Tag nach der 1. Spritzung	5.	14.	22.	23.	30.	36.
1	33	6	$^{1}/_{4}$ Öse bis 1 Kultur	intraperitoneal	1 : 10 000	50 ccm Bouillonkultur	10.	—					—	—
2	34	6	desgl.	desgl.	1 : 5000	desgl.	10. u. 30.		—	—	—		—	Ty
3	37	6	desgl.	desgl.	1 : 10 000	desgl.	10. u. 30.			—			—	
4	42	6	desgl.	desgl.	1 : 5000	desgl.	10.							
5	40	6	desgl.	intravenös	1 : 5000	desgl.	10.						—	—
6	32	6	desgl.	subkutan	1 : 5000	desgl.	10. u. 30.		—	—				—
7	41	6	desgl.	desgl.	1 : 5000	desgl.	10. u. 30.							

Während der Kotuntersuchungsperiode gingen ein:
Tier Nr. 40 intravenös vorbehandelt, am 7. Tag nach der ersten Infektion per os.
„ „ 42 intraperitoneal „ „ 4. „ „ „ „ „ „ „

$2^{1}/_{2}$ Monate nach der ersten Infektion per os ging ein:
Tier Nr. 37 intraperitoneal vorbehandelt; Sektionsbefund: Keine Typhusbazillen in

$8^{1}/_{2}$ Monate nach der ersten Infektion per os wurden getötet:
Tier Nr. 34 intraperitoneal vorbehandelt; Sektionsbefund: Keine Typhusbazillen in
„ „ 41 subkutan vorbehandelt; Sektionsbefund wie bei Tier Nr. 34.

Von den 3 angewandten Infektionsarten hatte die intravenöse Zufuhr das relativ am längsten dauernde und sicherste Haften der Keime in den Organen des Kaninchens zur Folge. Nach intraperitonealer Einverleibung des Virus gelang der Nachweis schon nach 15 Tagen nicht mehr und subkutane Impfung ließ die Typhusbazillen überhaupt nicht in die Organe dringen.

Zusammenfassung:

Raubitschek hatte gefunden, daß Kaninchen und Hunde, welche durch intraperitoneale und subkutane Einverleibung von Bacterium prodigiosum und Choleravibrionen immunisiert worden waren, durch stomachale Zufuhr einer größeren Menge Kultur zu Dauerausscheidern der betreffenden Keimart werden.

Wir unternahmen analoge Versuche mit Typhusbazillen an Kaninchen. Es wurden insgesamt 12 Kaninchen nach Immunisierung auf intraperitonealem, subkutanem oder intravenösem Weg per os größere Mengen Typhusbazillen zugeführt und die Fäces während längerer Zeit auf diese Keimart hin untersucht.

Weder diese Kotuntersuchungen noch die Sektionen ergaben einen Anhaltspunkt dafür, daß es auf diesem Wege gelinge, Kaninchen zu Dauerausscheidern von Typhusbazillen zu machen.

Von den untersuchten Einverleibungsarten erwies sich die intravenöse Injektion als der relativ sicherste Weg, um Typhusbazillen in den Organen des Kaninchens für einige Zeit zum Haften zu bringen. Nach intraperitonealer Zufuhr verschwanden sie schon nach relativ kurzer Zeit wieder, bei subkutaner Impfung waren sie schon an den der Injektion folgenden Tagen nicht mehr nachzuweisen.

immunisierten Tiere mit Bouillonkultur per os).

Untersuchung des Kots auf Typhusbazillen																			Nach der stomachalen Infektion wurden Typhusbazillen gefunden		Laufende Nr.
nach der ersten Infektion per os, am											nach der zweiten Infektion per os, am										
1.	2.	3.	5.	6.	8.	9.	10.	11.	18.	20.	1.	3.	4.	6.	13.	15.	16.	17.	unter ? Kotproben	? mal	
Tag nach der ersten Infektion											Tag nach der zweiten Infektion										
			—				—	—											8	0 mal	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	—	—	—	—	—	17	0 mal	2
		—	—		—	—	—	—	—	—	—	—		—		—		—	13	0 mal	3
—	—																		2	0 mal	4
—	—	—																	3	0 mal	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			—	16	0 mal	6
	—																		2	0 mal	7

Sektionsbefund: Typhnsbazillen in Galle, Gallenblase und Dünndarm, nicht in Leber, Milz, Niere, Kot, Urin und Mastdarm.

Sektionsbefnnd: Typhusbazillen in keinem der untersuchten Organe (Gallenblase mit Inhalt, Leber, Milz, Niere, Dünndarm, Mastdarm).

Gallenblase mit Inhalt, Leber, Milz, Niere, Dünndarm, Mastdarm, Urin und Kot.

den Organen (Gallenblase mit Inhalt, Leber, Milz, Niere, Dünndarm).

Tabelle II A. Zweite Versuchsreihe (Infektion der immuni-

Laufende Nr.	Versuchstier Nr.	Zahl und Größe der Dosen zur Immunisierung		Art der Behandlung	Erreichter Agglutinationstiter	Ergebnis der Untersuchung während d. Immunisierungszeit am 41. Tag nach der ersten Spritzung	42.	46.	47.	48.
1	761	7	$^1/_4$—16 Ösen	intraperitoneal	1 : 10 000	—	—	—	—	—
2	763	7	desgl.	„	1 : 5000		—			
3	754	7	desgl.	intravenös	1 : 10 000			—	Ty	—
4	756	7	desgl.	„	1 : 5000					
5	729	7	desgl.	subkutan	1 : 1000	—	—	—	—	—

Tabelle II B. Bakteriologischer Befund in den Organen

Laufende Nr.	Versuchstier Nr.	Art der Vorbehandlung	eingegangen am ?. Tag nach der stomachalen Infektion	eingegangen am ?. Tag nach der letzten Injektion zur Immunisierung	Bakteriologischer Befund: Galle dir.	Galle Mal.	Gallenblase Galle	Gallenblase Mal.	Leber dir.	Leber Galle	Leber Mal.
1	761	intraperitoneal	25.	41.	—	—	—	—	—	—	—
2	763	„	27.	37.	—	—	—	—	—	—	—
3	754	intravenös	29.	51.	Ty		Ty		Ty	Ty	
4	756	„	24.	36.	—	—	—	—	—	—	—
5	729	subkutan	$2^1/_2$ Mon.	$2^2/_3$ Mon.	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle III. Bakteriologischer Befund in den Organen der in beiden Ver-

Laufende Nummer	Versuchstier Nr.	eingegangen am ? Tag nach der ersten Injektion	eingegangen am ? Tag nach letztvorgenomm. Injektion	Art der Immunisierung	Zahl	und Größe der zugeführten Dosen	Bakteriologischer: Galle dir.	Galle Mal.	Gallenblase dir.	Gallenblase Mal.
1	36	27.	6.	intraperitoneal	4	$^1/_4$ — 2 Ösen	—	—	Ty	
2	31	35.	7.	„	5	$^1/_4$ Öse — $^1/_2$ Kult.	—	Ty	—	Ty
3	37	126.	91.	„	6	$^1/_4$ Öse — 1 Kultur	—	—	—	—
4	42	50.	15.	„	6	$^1/_4$ Öse — 1 Kultur	—	—	—	—
5	761	80.	41.	„	7	$^1/_4$ Öse — 16 Ösen	—	—	—	—
6	763	76.	37.	„	7	$^1/_4$ Öse — 16 Ösen	—	—	—	—
7	35	29.	1.	subkutan	5	$^1/_4$ Öse — $^1/_2$ Kult.	—	—	—	—
8	39	25.	4.	„	3	$^1/_2$ Öse — 2 Ösen	—	—	—	—
9	760	44.	4.	„	7	$^1/_4$ Öse — 16 Ösen	—	—	—	—
10	38	29.	1.	intravenös	5	$^1/_4$ Öse — $^1/_2$ Kult.	—	—	—	—
11	40	53.	18.	„	6	$^1/_4$ Öse — 1 Kultur	Ty		—	—

sierten Tiere mit Aufschwemmung von Agarkulturen per os).

des Kots auf Typhusbazillen nach der Infektion per os am 2.	3.	5.	8.	10.	12.	14.	17.	21.	23.	27.	34.	38.	44. Tag nach der stomachalen Zuführung	Typhusbazillen wurden gefunden unter ? Kotproben	? mal	Laufende Nr.
	—	—	—		—	—	—	—	—					13	0 mal	1
			—	—	—	—	—	—	—					8	0 mal	2
	—	Ty		Ty	—	—	—	—	—		—	—	—	14	3 mal	3
—	Ty	Ty		Ty	—	—	—	—						8	3 mal	4
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—			16	0 mal	5

der in der zweiten Versuchsreihe infizierten Tiere.

in den Organen: Milz dir.	Milz Galle	Milz Mal.	Niere dir.	Niere Galle	Niere Mal.	Dünndarm Mal.	Mastdarm	Urin	Kot	Bemerkungen	Laufende Nr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Verwachsungen von Netz, Magen und Dünndarm, Nephritis.	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Perihepatitis, Verwachsungen von Netz und Bauchwand.	2
—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	Seuche.	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Starke Abmagerung.	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5

suchsreihen während und nach der Immunisierung eingegangenen Tiere.

Befund in den Organen. Leber dir.	Leber Galle	Leber Mal.	Milz dir.	Milz Galle	Milz Mal.	Niere dir.	Niere Galle	Niere Mal.	Dünndarm	Mastdarm	Urin	Kot	Laufende Nummer
—	Ty		Ty	Ty		Ty	Ty		—	—	—	—	1
—	—	—	—	—	Ty	—	—	Ty	—	—	—		2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		7
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		9
—	Ty	—	Ty	Ty	—	Ty	Ty		—	—	—		10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	Ty	—	—	—	11

Das Vorkommen von Tuberkelbazillen in den nicht tuberkulösen Atmungswegen des Rindes mit dem Nebenbefunde von Kapseldiplokokken.

Von

Dr. med. vet. C. Titze, Regierungsrat im

und

H. Lindner, Königl. bayer. Stabsveterinär, kommandiert zum

Kaiserl. Gesundheitsamte.

In einer Veröffentlichung von Titze und Matschke[1]) ist bereits die Frage aufgeworfen worden, ob Tuberkelbazillen, die — von Nachbartieren ausgehustet — in die Atmungswege eines tuberkulosefreien Rindes gelangen, bei bald darauf folgender Entnahme von Untersuchungsmaterial aus der Luftröhre und den Bronchen zu Fehldiagnosen Veranlassung geben können.

Dieser für die Durchführung des Ostertagschen Tuberkulosebekämpfungsverfahrens wichtigen Frage sind wir an Material, das der Berliner Schlachthof bot, experimentell nachgegangen und berichten nachstehend über die angestellten Versuche in chronologischer Folge.

Zur Vereinfachung der Protokolle haben wir uns einiger Abkürzungen bedient. A) bedeutet Untersuchungsmaterial, das kurz vor der Schlachtung, B) Material, das unmittelbar nach der Schlachtung entnommen worden war. Von A) und B) wurden je 2 Ausstrichpräparate angefertigt, nach Ziehl-Neelsen gefärbt und unter dem Mikroskope genau durchgemustert.

Es möge gleich bemerkt werden, daß in den B-Präparaten durchweg weit mehr Bakterien gefunden wurden als in den A-Präparaten. Das ist ohne weiteres verständlich, da bei der angestrengten Atmung während der Agonie leichter Bakterien in die Luftröhre gelangen können als bei der normalen ruhigen Atmung.

Weiterhin wurden mit dem A- und B-Material je drei Meerschweinchen (Mschw.) unter die Bauchhaut in der Nähe der Kniefaltenlymphknoten geimpft.

Am 28. 4. 13 wurde von 12 Rindern, Bullen und Ochsen im Durchschnittsalter von 2 Jahren, Lungenschleim entnommen, und zwar unmittelbar vor der Schlachtung nach der Methode von Scharr und Opalka. Sämtliche Tiere machten einen gesunden Eindruck und waren z. T. sehr gut, z. T. gut genährt. Das Material ließ sich nicht

[1]) Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1913, Nr. 18.

allzuschwer entnehmen, obwohl die Dicke der Haut und der Muskellagen zuweilen gewisse Schwierigkeiten verursachte. Erst nach Durchstechen der Haut konnte man die Kanüle leicht in die Luftröhre bringen. Ohne Anwendung der Nasenbremse wäre die Operation wohl nicht in allen Fällen geglückt. Bei Bullen wird die Methode in der Praxis sicher mit Schwierigkeiten verbunden sein, die sich aber in der Regel überwinden lassen. Die aus der Luftröhre wieder entnommenen Tampons waren oft blutig und wiesen nur wenig Schleim auf; der Einführung der Tampons folgte stets kräftiger Husten.

Unmittelbar nach der in gewerbsmäßiger Weise vorgenommenen Schlachtung wurden die Befunde genau aufgenommen. Bei den meisten Rindern wurde hierbei auch noch Bronchialschleim in der Weise entnommen, daß wir einen kleinen sterilen Gazestreifen, der an einem etwa 15 cm langen Draht befestigt war, in einen angeschnittenen Bronchus einführten. Auch bei gründlichem Auswischen der Bronchen haftete an der Gaze immer nur wenig Schleim.

Die Schleimentnahme im Leben und nach der Schlachtung erfolgte ebenso wie die Tags darauf vorgenommene Verimpfung auf Versuchstiere selbstverständlich unter Beobachtung der Regeln der Asepsis.

Aus dem entnommenen Materiale wurden Ausstrichpräparate am folgenden Tage angefertigt und gefärbt.

Fall 1. Bulle. Tuberkulosefrei, d. h. es ließen sich bei eingehendster Untersuchung nirgends tuberkulöse Veränderungen auffinden.

A) Sehr viel Kokken und Tetraden.
B) Zahlreiche Kapselkokken (Diplokokken), Kokken, Kurzstäbchen.
A) Mschw. 138—140.
138 und 139 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
140 „ „ 4. 7. 13. „
B) Mschw. 170—172.
170 und 171 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
172 „ „ 4. 7. 13. „

Fall 2. Bulle. Alte tuberkulöse Veränderungen (starke Verkalkung) in den rechten Bronchial- und in sämtlichen Mediastinallymphknoten. Linke Bronchialdrüsen frei. In den Lungen keine tuberkulösen Veränderungen, wohl aber geringe Auflagerungen auf der rechten Pleura pulmonalis. Leber frei von Tuberkulose, jedoch ältere, stark verkalkte Herde in den Portallymphknoten.

A) Ziemlich viel Kokken.
B) Viel Kokken und einzelne lange Stäbchen.
A) Mschw. 142—144.
142 † am 17. 5. 13 an Lungenentzündung. Keine Tb.
143 und 144 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Rechts Mschw. 178—180.
178 † am 14. 6. 13 an Lungenentzündung. Keine Tb.
179 und 180 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Links. Mschw. 198—200.
198 und 199 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
200 „ „ 9. 7. 13. „

Fall 3. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) Viel Kokken, namentlich Staphylokokken.
B) Kokken, Kurzstäbchen und Tetraden.
A) Mschw. 146—148.
146 und 147 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
148 † am 22. 8. 13. Keine Tb.
B) Mschw. 206—208.
208 † am 16. 6. 13. Lungenentzündung. Keine Tb.
206 und 207 getötet am 2. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 4. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) Ganz vereinzelt Kurzstäbchen und Staphylokokken.
B) Plumpe Kurzstäbchen und Kokken.
A) Mschw. 186—188.
186 und 187 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
188 „ „ 25. 8. 13. „
B) Mschw. 202—204.
202 und 203 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
204 † am 5. 7. 13. Darmentzündung. Tuberkulosefrei.

Fall 5. Ochse. Mehrere bis walnußgroße käsig-kalkige tuberkulöse Herde in dem Vorder- und Mittellappen der linken Lunge. Vereinzelte tuberkulöse Herde im rechten Vorderlappen. Beide Hauptlappen frei. Sämtliche Bronchial- und Mediastinallymphknoten tuberkulös verändert. Vereinzelte tuberkulöse Herde in den Portallymphknoten.

A) Einzelne Kokken, an einer Stelle 4 säurefeste Bazillen, anscheinend Tuberkelbazillen.
B) Zahlreiche Kurzstäbchen und Kokken.
A) Mschw. 182—184.
Getötet am 19. 6. 13. Kirschkerngroße Schwellung der Kniefaltenlymphknoten. Bei Nr. 183 linsengroßes Impfgeschwür. Milz mäßig geschwollen. Je 2—4 stecknadelkopfgroße Tuberkel. Kniefaltenlymphknoten verkäst. Die übrigen Organe noch ohne sichtbare tuberkulöse Veränderungen.
B) Mschw. 174—176.
Tötung am 19. 6. 13. Kirschkerngroße Schwellung der Kniefaltenlymphknoten. Verkäsung. Tuberkulose der inneren Organe etwas weiter vorgeschritten als oben. Milz bei sämtlichen Tieren mit einer größeren Anzahl kleiner Knötchen durchsetzt; auch in der Leber einzelne kleinste Knötchen. An der Impfstelle ein noch nicht durch die Haut durchgebrochener erbsengroßer Abszeß. Brusteingangslymphknoten geschwollen und hart.

Fall 6. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) Einige Staphylokokken.
B) Zahlreiche Kokken, einige Kurzstäbchen.
A) Mschw. 190—192.
190 und 191 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
192 „ „ 22. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.
B) Mschw. 153, 149, 209.
153 † am 5. 5. 13. Subkutis des Bauches graugelb, teilweise sulzig und gerötet. Trübe Schwellung der Leber. Tod an Sepsis. (Diplokokkensepsis.)
149 † am 21. 5. 13. Desgl. und Lungenentzündung. Kokken und Diplokokken. Keine Tuberkelbazillen.
209 getötet am 18. 6. 13, weil krank. Lungenentzündung, Milz leicht geschwollen. In Ausstrichen keine Tuberkelbazillen (Lungenentzündung mit Diplokokken).

Fall 7. Bulle. Ziemlich starke, ältere Tuberkulose der Leber und Portallymphknoten. Ziemlich erhebliche Vergrößerung und Verhärtung der retropharyngealen Lymphknoten, aber keine Tb. Lungen frei.

A) 1. Vereinzelte Kurzstäbchen.
2. Vereinzelte Kurzstäbchen, ein sehr verdächtiges säurefestes Stäbchen.
B) Wurde nicht entnommen, weil die Luftröhre angeschnitten war.
A) Mschw. 194—196.
Getötet am 3. 7. 13.
194 und 195. Nur erbsengroße Schwellung der Kniefaltenlymphknoten, kein Impfgeschwür. Milz etwa 8 mal vergrößert, höckerig, mit zahlreichen tuberkulösen Herden, Leber an den Rändern etwas Tb., in der Lunge zahlreiche miliare Knötchen.
196. Tuberkulosefrei.

Fall 8. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) Sarcinen in großen Mengen. Vereinzelte Kurzstäbchen.
B) Kurzstäbchen und Kokken.
A) Mschw. 166—168.
166 und 167 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
168 „ „ 22. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.
B) Mschw. 210—212.
210 und 211 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
212 „ „ 26. 8. 13. „

Fall 9. Bulle. Tuberkulosefrei.

A) Ziemlich zahlreiche Kokken, vereinzelte Kurzstäbchen.
B) Nicht entnommen, weil die Luftröhre angeschnitten war.
A) Mschw. 150—152.
151 † am 22. 5. 13. Akute Lungenentzündung. Milz nicht geschwollen. Im Lungenausstrich massenhaft Diplokokken.
150 und 152 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 10. Bulle. Ganz vereinzelte tuberkulöse Herde in den Portallymphknoten. Einige erbsen- bis haselnußgroße käsig-kalkige Herde in linker und rechter Lunge. Tuberkulose der Bronchial- und Mediastinallymphknoten.

A) Kokken und Stäbchen.
B) Kokken und Stäbchen.
A) Mschw. 162—164.
162 und 163 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
164 „ „ 20. 8. 13. Keine Tb.
B) Mschw. 214—216.
214 und 215 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
216 „ „ 22. 8. 13. Keine Tb. Keine Tuberkulose.

Fall 11. Bulle. Tuberkulosefrei.

A) Staphylokokken, stets in größeren Kolonien. Plumpe Kurzstäbchen.
B) Nicht entnommen, weil die Luftröhre angeschnitten war.
A) Mschw. 154—156.
155 † am 24. 6. 13. Lungenentzündung.
154 und 156 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 12. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) 1. Lange, feine Stäbchen und Kokken.
2. Kokken und Kapselkokken.
B) Nicht entnommen.

A) Mschw. 158—160.
159 und 160 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
158 getötet am 20. 8. 13. Kniefaltenlymphknoten erbsengroß geschwollen und angefüllt mit gelben eiterähnlichen Massen. Ebenso Brusteingangs- und Bronchiallymphknoten. In der Lunge in mäßiger Anzahl blaugraue Knötchen von Hanfkorngröße. Mäßiger Milztumor.

Am 5. 5. 13 wurde bei 11 Rindern, 2—4 Jahre alten Bullen und Ochsen, Lungenschleim unmittelbar vor der Schlachtung nach der Methode von Scharr und Opalka entnommen. Wiederum handelte es sich um anscheinend gesunde Tiere. Bei einem älteren Bullen gelang es nicht, mit der Kanülenspitze durch die Haut zu kommen. Da das Tier bösartig wurde, wurde der Versuch aufgegeben. Ein jüngerer Bulle benahm sich schon beim Versuch, die Nasenbremse anzulegen, derartig widerspenstig, daß wir von der Materialentnahme Abstand nahmen. In allen Fällen rief die Einführung des Drahtes in die Luftwege Husten hervor; stets war die Wattefahne blutig, in einem Falle auch mit einer dicken Schleimschicht belegt. Die Ausstrichpräparate wurden am folgenden Tage angefertigt.

Fall 13. Ochse. Tuberkulosefrei.
A) Keine Bakterien.
B) Keine Bakterien.
A) Mschw. 157, 185, 177.
157 und 185 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
177 „ „ 25. 7. 13. „
B) Mschw. 256—258.
256 und 257 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
258 „ „ 22. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.

Fall 14. Ochse, 4 Jahre alt. Tuberkulosefrei.
A) Ganz vereinzelt Kokken.
B) Kokken in mäßiger Zahl.
A) Mschw. 274—276.
274 und 275 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
276 „ „ 20. 8. 13. Keine Tb.
B) Mschw. 226—228.
226 und 227 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
228 „ „ 25. 7. 13. „

Fall 15. Ochse, 4 Jahre alt. Tuberkulosefrei. Lebercirrhose des rechten Lappens.
A) Einzelne Kokken.
B) Einzelne Kokken.
A) Mschw. 141, 173, 193.
141 und 173 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
193 „ „ 18. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.
B) Mschw. 202—204.
202 † am 16. 6. 13. Lungenentzündung. Keine Tb.
203 und 204 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 16. Bulle. Tuberkulosefrei.
A) In einem Präparate 2 verdächtige säurefeste Bazillen.
B) Vereinzelte Häufchen kurzer, plumper Bazillen.
A) Mschw. 165, 181, 189.
189 † am 17. 5. 13. Lungenentzündung. Keine Tb.
165 und 181 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 265—267.
265 und 266 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
267 „ „ 22. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.

Fall 17. Bulle. Tuberkulosefrei.

A) Keine Bakterien.
B) Vereinzelt Kokken.
A) Mschw. 268—270.
268 und 269 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
270 „ „ 3. 9. 13. „
B) Mschw. 253—255.
253 und 254 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
255 „ „ 8. 8. 13. Keine Tb. Kein Befund.

Fall 18. Ochse. 4 Jahre alt. Tuberkulose (käsig-kalkige Herde) im hintern langen Mediastinallymphknoten. Sonst keine Tuberkulose.

A) Ein verdächtiges säurefestes Stäbchen; außerdem in Häufchen liegende nicht säurefeste Kurzstäbchen.
B) Kurzstäbchen in Häufchen in großer Menge.
A) Mschw. 232—234.
234 † am 23. 5. 13. Lungenentzündung. Keine Tb.
232 und 233 getötet am 3. 7. 13. Bohnengroße Schwellung in dem linken Kniefaltenlymphknoten, ganz geringfügige Schwellung des rechten Kniefaltenlymphknotens. Kein Impfgeschwür. Mittelgradige Tuberkulose der Milz, Leber und Lunge.
B) Mschw. 244—246.
245 † am 2. 6. 13. Lungenentzündung. Keine Tb.
244 und 246 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 19. Ochse. Käsig-kalkige tuberkulöse Knötchen in dem hinteren langen, nicht vergrößerten Mediastinallymphknoten. Sonst keine Tuberkulose.

A) Keine Bakterien.
B) Keine Bakterien.
A) Mschw. 197, 201, 217.
197 † am 20. 5. 13. Hochgradig faul. Sektion nicht mehr möglich.
201 getötet am 3. 7. 13. Bohnengroße Schwellung beider Kniefaltenlymphknoten. Kein Impfgeschwür, mittelgradige Tuberkulose von Milz, Leber und Lungen.
217 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 223—225.
223 und 224 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
225 „ „ 10. 9. 13. „

Fall 20. Ochse. Kleine verkalkte Herdchen in dem linken Bronchiallymphknoten; sonst tuberkulosefrei.

A) Ganz vereinzelte Bakterien.
B) Kokken in größerer Anzahl.
A) Mschw. 161, 169, 213.
161 und 169 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
213 „ „ 12. 9. 13. „
B) Mschw. 250—252.
250 und 251 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
252 „ „ 10. 9. 13. „

Fall 21. Ochse, 4 Jahre alt. Tuberkulosefrei. Lungenemphysem. Futteraspiration.

A) Vereinzelte Bakterien.
B) Verschiedene Kurzstäbchen.
A) Mschw. 238—240.
240 † am 23. 6. 13. Bauchfellentzündung. Tuberkulosefrei.
238 und 239 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

B) Mschw. 235—237.
235 † am 9. 6. 13. Eitrige Lungenbrustfellentzündung. Keine Tuberkelbazillen.
236 und 237 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 22. Ochse. Ein erbsengroßes, vollständig verkalktes Knötchen in der rechten Lunge. Ein Bronchiallymphknoten verkäst und verkalkt, nicht vergrößert. Sonst tuberkulosefrei.

A) Ganz wenig Bakterien.
B) Wie A.
A) Mschw. 241—243.
241 und 242 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
243 „ „ 3. 9. 13. „
B) Mschw. 247—249.
247 und 248 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
249 „ „ 29. 8. 13. „

Fall 23. Ochse, 4 Jahre alt. Beginnende Lebercirrhose. Tuberkulosefrei.

A) Ganz vereinzelte Kokken.
B) Kokken in größerer Anzahl.
A) Mschw. 271—273.
271 und 273 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
273 „ „ 18. 8. 13. Keine Tuberkulose. Kein Befund.
B) Mschw. 229—231.
229 und 230 getötet am 3. 7. 13. Tuberkulosefrei.
231 „ „ 12. 9. 13. „

10. 5. 13. Schleimentnahme nach Scharr und Opalka bei 5 etwa 3 Monate alten Versuchskälbern des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, die auf Tuberkulin nicht reagiert hatten.

In jedem Falle war der Tampon blutig, auch hatten die Tiere bei der Einführung stets gehustet. Unmittelbar nach der Entnahme Färbung von je 2 Ausstrichen und Verimpfung auf Meerschweinchen.

Fall 24. A) Keine Bakterien.
A) Mschw. 278—280 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
Fall 25. A) Keine Bakterien.
A) Mschw. 281—283 „ „ 21. 7. 13. „
Fall 26. A) Keine Bakterien.
A) Mschw. 284—286 „ „ 21. 7. 13. „
Fall 27. A) Keine Bakterien.
A) Mschw. 287—289 „ „ 21. 7. 13. „
Fall 28. A) Keine Bakterien.
A) Mschw. 259—261 „ „ 21. 7. 13. „

Entnahme von Lungenschleim nach Scharr und Opalka am 17. 5. 13 auf dem Schlachthofe.

Materialentnahme Sonnabend Vormittag bei sehr warmer Witterung. Anfertigung der Ausstrichpräparate erst am darauffolgenden Montag (19. 5.). Infolgedessen sehr viel Bakterien, trotzdem die Wischer in sterilen Gefäßen auf Eis aufbewahrt worden waren.

Fall 29. Bulle, 5 Jahre alt. Tuberkulosefrei. Futteraspiration.

A) Ziemlich viel Bakterien, namentlich Kurzstäbchen.
B) Kurzstäbchen in sehr großer Menge, in geringer Zahl lange, etwas gebogene Stäbchen.
A) Mschw. 302—304.
302—304 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 317—319.
317—319 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 30. Ochse, $1^1/_2$ Jahr alt. Tuberkulosefrei.

A) Kokken und Kurzstäbchen in mäßiger Zahl.
B) Zahlreiche Kokken, einzeln liegend.
A) Mschw. 308—310.
308 † am 24. 5. 13. Eitrige Brust- und Bauchfellentzündung. Keine Tuberkulose
309 und 310 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 320—322.
320—322 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 31. Ochse, $2^1/_2$ Jahre alt. Tuberkulosefrei.

A) Ziemlich viel Stäbchen und Kokken.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 305—307 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 32. Bulle, $3^1/_2$ Jahre alt. Tuberkulosefrei.

A) Sehr viel Bakterien, namentlich Kokken.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 311—313.
313 † am 2. 6. 13 Diplokokkensepsis.
311 und 312 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 33. Bulle, $3^1/_2$ Jahre alt. Vereinzelte käsig-kalkige Herde in den linken Bronchiallymphknoten. Sonst frei von Tuberkulose.

A) Ziemlich viel Bakterien verschiedener Art.
B) Ziemlich viel Kokken.
A) Mschw. 314—316 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) „ 323—325 „ „ 21. 7. 13. „

21. 5. 13. Entnahme von Material aus der Luftröhre nach Scharr und Opalka bei 7 Bullen und Ochsen im Alter von 3 bis 4 Jahren.

Die Ausstrichpräparate wurden am Nachmittage desselben Tages angefertigt.

Fall 34. Ochse. Nur auf der rechten Pleura costalis einige kleine tuberkulöse Auflagerungen. Sonst keine Abweichungen.

A) Ganz vereinzelt Kurzstäbchen und Kokken.
B) Wie A.
A) Mschw. 362—364.
Getötet am 21. 7. Keine Tuberkulose.
B) Mschw. 332—334.
333 † am 26. 6. 13 Lungenentzündung. Keine Tuberkulose.
332 und 334 getötet am 21. 7. Keine Tuberkulose.

Fall 35. Bulle. Lungen und Leber tuberkulosefrei, aber auf der Costalpleura einige kleine tuberkulöse Auflagerungen.

A) Sehr vereinzelt Kokken.
B) Futteraspiration. Kokken und Diplokokken in großen Mengen.
A) Mschw. 344—346. Getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) „ 335—337. „ „ 21. 7. 13. „

Fall 36. Bulle. Tuberkulosefrei.

A) Keine Bakterien.
B) Im 1. Präparate mehrere plumpe Kurzstäbchen und ein säurefestes Stäbchen. Im 2. Präparate fast keine Bakterien.
A) Mschw. 359—361.
359 † am 3. 6. 13. Lungenentzündung. Tuberkulosefrei.
360 und 361 getötet am 21. 7. 13. Allgemeine Impftuberkulose.
B) Mschw. 368—370 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 37. Ochse. In der rechten Lunge ein erbsengroßer verkalkter Tuberkel. Sonst tuberkulosefrei.

A) Vereinzelt verschiedene Bakterien.
B) Zahlreiche verschiedenartige Bakterien. Futteraspiration.
A) Mschw. 347—349 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) „ 329—331 „ „ 21. 7. 13. „

Fall 38. Ochse. Tuberkulosefrei.

A) Vereinzelt verschiedenartige Bakterien.
B) Wie A, außerdem noch Tetraden.
A) Mschw. 356—358 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) „ 338—340 „ „ 21. 7. 13. „

Fall 39. Bulle. Verkalkte Herde in dem hinteren langen Mediastinallymphknoten. Sonst tuberkulosefrei.

A) Keine Bakterien.
B) Kurzstäbchen in mäßiger Menge.
A) Mschw. 350—352.
350 † am 6. 6. 13 Lungenentzündung (Diplokokkenpneumonie). Keine Tuberkulose.
352 † „ 24. 6. 13 „ „ „ „
351 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 365—367 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 40. Bulle. Zwei erbsengroße verkalkte Tuberkel in der rechten Lunge. Sonst tuberkulosefrei.

A) Kokken und Diplokokken in geringer Anzahl.
B) Einige Kokken und Kurzstäbchen.
A) Mschw. 353—355.
353 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
354 und 355 getötet am 21. 7. 13. Verkäsung der Kniefaltenlymphknoten. Tuberkel in der Milz. Kein Impfgeschwür.
B) Mschw. 341—343.
324 getötet am 21. 7. 13. Tuberkulosefrei.
341 und 343. Tuberkulose der Kniefaltenlymphknoten, der Milz und Lungen. Kein Impfgeschwür.

14. 6. 13. Entnahme von Material aus der Luftröhre nach **Scharr** und **Opalka** bei 5 Kühen. Die Operation gestaltete sich bei den Kühen wegen der dünneren Haut und der schwächeren Halsmuskulatur wesentlich leichter als bei den Bullen. Aufbewahren der Proben 2 Tage lang im Eisschrank.

Fall 41. Kuh, mager, $4\frac{1}{2}$ Jahre alt. Einige haselnuß- bis walnußgroße, abgekapselte Herde in den Lungen, meist verkalkt, einige auch weichkäsig. Verkäsung und Verkalkung der Bronchiallymphknoten.

A) Zahlreiche Kokken und Stäbchen.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 414—416. Getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 42. Kuh, 5 Jahre alt. Bronchiallymphknoten mäßig vergrößert, verkäst und verkalkt. Lungenparenchym frei von Tuberkulose.

A) Zahlreiche Kokken.
B) Wie bei A.
A) Mschw. 417—419.
419 unmittelbar nach der Impfung gestorben; zu stark gedrückt. Lungenblutung.
417 und 418 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

B) Mschw. 420—422.
420 † am 18. 6. 13. Lungenentzündung (Diplokokken).
421 † am 23. 6. 13. Eiterige Bauchfellentzündung.
422 † am 30. 6. 13. „ „

Fall 43. Kuh, $3^1/_2$ Jahre alt. Alte verkäste Herde in dem hinteren langen Mediastinallymphknoten. Sonst gesund.

A) Viel Bakterien aller Art.
B) Wie bei A.
A) Mschw. 423—425. Getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 426—428.
426 † am 20. 6. 13. Eiterige Bauchfellentzündung.
427 und 428 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 44. Färse, 1 Jahr alt. Kleine tuberkulöse Knötchen in einigen Bronchiallymphknoten, in einem rahmiger Eiter. Sonst nirgends Tuberkulose.

A) Einige Kokken.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 429—431.
429 † am 20. 6. 13. Lungenbrustfellentzündung.
430 † am 24. 6. 13. Lungenbrustfellentzündung. Milzschwellung. In Ausstrichen keine Tuberkelbazillen.
431 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Entnahme nach Scharr und Opalka am 21. 6. 13 bei 7 Kühen. In sämtlichen Ausstrichen, trotzdem die Proben 6—8 Stunden hindurch sehr warmer Temperatur ausgesetzt waren, auffallend wenig Bakterien.

Fall 45. Kuh, $4^1/_2$ Jahre alt. Keine Tuberkulose.

A) Sehr wenig Kokken.
B) Wie A.
A) Mschw. 478—480.
478 † am 12. 7. 13. Lungenentzündung.
479 und 480 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 463—465.
464 † am 5. 7. 13. Lungenentzündung (Diplokokken).
465 † am 14. 7. 13. „ „ .
463 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 46. Kuh. $4^1/_2$ Jahre alt. Sämtliche Lungenlymphknoten verkäst und verkalkt; einige käsig-kalkige Tuberkel bis Haselnußgröße im Lungenparenchym. Portallymphknoten schwach tuberkulös, verkalkt.

A) Keine Bakterien.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 460—462. Getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 47. Kuh, 4 Jahre alt. Keine Tuberkulose.

A) Sehr wenig Kokken.
B) Keine Bakterien.
A) Mschw. 472—474.
474 † am 23. 6. 13. Lungenbrustfellentzündung.
472 † am 14. 7. 13. „
473 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 475—477.
475 † am 27. 6. 13. Bauchfellentzündung (Diplokokken).
477 † am 14. 7. 13. Lungenentzündung. Tuberkulosefrei.
476 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 48. Kuh, $1^1/_2$ Jahre alt. Keine Tuberkulose.

A) Keine Bakterien.
B) Ein säurefestes sehr kleines Stäbchen, für einen Tuberkelbazillus etwas zu dick. Sonst keine Bakterien.
A) Mschw. 469—471.
469 † am 24. 6. 13. Lungenentzündung (Diplokokken).
470 † am 25. 6. 13. „ „
471 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 466—468.
497 † am 24. 7. 13. Darmentzündung. Keine Tb.
466 und 468 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 49. Kuh, 5 Jahre alt. Verkalkte Herde in den Bronchial- und Mediastinallymphknoten, sonst tuberkulosefrei.

A) Wenig Stäbchen und Kokken.
B) Nicht entnommen.
A) Mschw. 481—483.
483 † am 5. 7. 13. Lungenentzündung. Milz etwas geschwollen. In Ausstrichen keine Tuberkelbazillen, aber Diplokokken.
481 und 482 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 50. Kuh. 5 Jahre alt. Keine Tuberkulose.

A) Stellenweise Häufchen von Kokken und Diplokokken.
B) Wenig Kokken und Stäbchen.
A) Mschw. 457—459.
457 † am 24. 6. 13. Lungenentzündung (Diplokokken).
458 und 459 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 451—453.
453 † am 6. 7. 13. Lungenentzündung (Diplokokken).
451 † am 14. 7. 13. „ „
452 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Fall 51. Kuh. 5 Jahre alt. Keine Tuberkulose.

A) Keine Bakterien.
B) Wie A.
A) Mschw. 454—456.
456 † am 24. 6. 13. Lungen- und Brustfellentzündung (Diplokokken).
454 † am 10. 7. 13. „ „ „ „
455 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.
B) Mschw. 448—450 getötet am 26. 8. 13. Tuberkulosefrei.

Insgesamt wurde also das aus der Luftröhre und den großen Bronchen entnommene Material von 15 Bullen, 20 Ochsen, 10 Kühen, 1 Färse und 5 Kälbern mikroskopisch und durch die Meerschweinchenimpfung auf Tuberkelbazillen untersucht. Da die Frage experimentell geklärt werden sollte, ob in tuberkulosefreien Atmungswegen von Rindern mit einer zur klinischen Feststellung der Lungentuberkulose in vorgeschrittenem Zustande jetzt vielfach verwendeten Methode manchmal Tuberkelbazillen nachweisbar sind, konnte von einer eingehenden klinischen Untersuchung der Lungen abgesehen werden. Für unsere Versuche war im allgemeinen nur das durch die Aufnahme des Schlachtbefundes gesicherte Fehlen tuberkulöser Veränderungen ausschlaggebend. Der Schlachtbefund wurde demnach stets von uns beiden gemeinsam auf das sorgfältigste erhoben, abgesehen von den 5 Kälbern der Fälle 24—28, da diese Tiere noch zu anderen Versuchen verwendet werden sollten. Hier wurde

der negative Ausfall der subkutanen Tuberkulinprobe und der genauen klinischen Untersuchung als hinreichende Gewähr für das Nichtvorhandensein von Tuberkulose angesehen.

Von den 51 Rindern wiesen 19 nach der Schlachtung geringgradige tuberkulöse Veränderungen auf. Von diesen hatten 5 (Fälle 10, 22, 37, 40, 46) ganz winzige und Fall 5 ausgedehntere Tuberkulose der Lungen. Diese 6 Rinder müssen für die Beantwortung unserer Hauptfrage ausscheiden. Bei den 6 Rindern mit tuberkulösen Veränderungen in dem Lungenparenchyme haben wir zweimal, und zwar im Falle 5 mikroskopisch und durch den Meerschweinchenversuch, im Falle 40 nur durch den Meerschweinchenversuch Tuberkelbazillen aufgefunden.

Zur Entscheidung der Hauptfrage bleiben uns demnach 45 Fälle, in denen wir viermal (Fälle 7, 18, 19, 36) Tuberkelbazillen, darunter dreimal (7, 18, 36) schon mikroskopisch, allerdings nur je einen säurefesten Bazillus, nachweisen konnten. Bei einem Rinde mit positivem Tuberkelbazillenbefunde (Fall 36) waren überhaupt keine tuberkulösen Veränderungen aufzufinden, bei den drei übrigen Rindern beschränkte sich die geringgradige Tuberkulose auf die Mediastinallymphknoten (Fall 18 und 19) und auf die Leber und die Portallymphknoten (Fall 7).

Von den mit Material der letzten 4 Fälle geimpften 21 Meerschweinchen wurden 7 tuberkulös (vgl. den Protokollauszug).

Aus unseren Versuchen geht demnach hervor, daß für die Feststellung der anzeigepflichtigen Form der Lungentuberkulose des Rindes der einmalige bakteriologische Nachweis von spärlichen Tuberkelbazillen in dem Untersuchungsmaterial allein nicht ausschlaggebend sein darf. Sind reichlich Tuberkelbazillen in dem Untersuchungsmaterial vorhanden, so sichert deren Nachweis allerdings die Diagnose. Die Schwierigkeit beginnt aber bei dem Vorhandensein vereinzelter Tuberkelbazillen, denn einmal gibt es Fälle von offener Lungentuberkulose, bei denen sich nur wenige Tuberkelbazillen finden, zum anderen können Tuberkelbazillen in geringer Anzahl in den Atmungswegen vorkommen, ohne daß Tuberkulose nachzuweisen ist. Legt man jedoch das Schwergewicht auf die klinische Untersuchung, die durch die bakteriologische zu ergänzen ist, so werden praktisch, eine völlige Vertrautheit mit der schwierigen Untersuchung auf die der Anzeigepflicht unterliegende Lungentuberkulose selbstverständlich vorausgesetzt, Fehldiagnosen verhältnismäßig selten vorkommen. Völlig vermeiden lassen sie sich aber nicht, namentlich dann nicht, wenn man möglichst alle ansteckungsfähigen Formen eines Bestandes fassen will. Wir werden hierauf in einer anderen Arbeit ausführlich eingehen.

Hinsichtlich der Methodik der Materialentnahme nach Scharr und Opalka haben unsere Versuche folgendes ergeben:

Als völlig harmlos ist der Eingriff nicht anzusehen. Die Kanüle läßt sich nur dann mit einer gewissen Leichtigkeit einführen, wenn sie scharf ist. Nach kurzem Gebrauche werden die Kanülen aber, begünstigt durch das lange Auskochen nach jeder Entnahme, stumpf, so daß der Instrumentenverbrauch ziemlich stark ist und erhebliche Kosten verursacht.

Bei Kälbern, denen in praxi seltener Lungenschleim entnommen werden muß, ist die Einführung der Kanüle etwas schwierig, weil die Luftröhre sich nicht gut fixieren läßt und leicht ausweicht. Am einfachsten gestaltet sich die Anwendung der Methode bei Kühen; denn die dünne Haut bietet verhältnismäßig geringen Widerstand. Schwieriger ist sie bei Bullen, und zwar umsomehr, je bösartiger die Tiere sind. Ohne Anwendung der Nasenbremse wird man bei größeren Rindern manchmal sein Ziel kaum erreichen. Hin und wieder läßt sich ein unangenehmer Zufall nicht vermeiden. So schob sich einmal bei einem Kalbe die oberhalb der Wattefahne am Stahldraht sitzende Hülse zurück; infolgedessen blieb beim Herausziehen das umgebogene kurze Drahtende in der Luftröhre stecken und durchbohrte deren Wand. Der festgehakte Draht ließ sich durch Hin- und Herschieben nicht mehr herausbringen, so daß zu seiner Loslösung der Luftröhrenschnitt ausgeführt werden mußte. Einen dauernden Nachteil hat das Tier nicht davongetragen.

Nun haben wir bei unsern Versuchen noch ein auffallendes Ergebnis kurz zu verzeichnen, das sich allerdings nicht auf Tuberkulose bezieht. Es ist das häufige Vorkommen von gramfesten Kapseldiplokokken in den Atmungswegen gesunder Rinder. Diese Diplokokken unterscheiden sich morphologisch nicht von den Pneumokokken des Menschen. In den untersuchten 51 Fällen haben wir 15 mal Kapseldiplokokken nachgewiesen, ohne besonders danach zu fahnden. Auf Diplokokkensepsis sind auch die meisten interkurrenten Todesfälle bei unsern Versuchsmeerschweinchen zurückzuführen, die mit Material aus den Atmungswegen geimpft wurden. Aus den Untersuchungen von Krautstrunk[1]) wissen wir, daß Diplokokken zuweilen die Ursache von Kälberkrankheiten sind. Nach dem häufigen Vorkommen dieser Mikroben ist die Annahme gerechtfertigt, daß sie sich zuweilen auch in der Milch finden werden.

Zusammenfassung.

Unsere Versuchsergebnisse lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Die Entnahme von Lungenschleim nach Scharr und Opalka zur bakteriologischen Feststellung der offenen Lungentuberkulose des Rindes kann nicht als ein völlig harmloser Eingriff bezeichnet werden, immerhin läßt sie sich in der Praxis sehr wohl durchführen.

2. Aus dem Nachweis von vereinzelten Tuberkelbazillen in dem Untersuchungsmaterial darf an sich, ohne Mitberücksichtigung des klinischen Befundes, nicht auf das Vorhandensein von offener Lungentuberkulose geschlossen werden, da wir unter 45 Fällen 4 mal Tuberkelbazillen nachgewiesen haben, ohne daß tuberkulöse Veränderungen in den Lungen und den Atmungswegen festzustellen waren. Das Schwergewicht bei der Diagnose ist vielmehr auf den gesamten klinischen Befund zu legen, wozu der bakteriologische als allerdings notwendige Ergänzung hinzukommt.

3. In den Atmungswegen von 51 Rindern, die keine Krankheitserscheinungen zeigten, haben wir 15 mal Kapseldiplokokken gefunden.

[1]) Zeitschr. f. Infektionskrankheiten usw. der Haustiere 1910, Bd. 7, S. 256.

Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten.

III. Teil[1]).

Von

Prof. **Dr. A. Schuberg,** Regierungsrat und **Dr. W. Böing,** wissenschaftlichem Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Inhalt: 6. Die Übertragung von Milzbrand durch *Stomoxys calcitrans* auf große Versuchstiere. — 7. Die Übertragung von Streptokokken durch *Stomoxys calcitrans.*

6. Die Übertragung von Milzbrand durch *Stomoxys calcitrans* auf große Versuchstiere.

In einer früheren Mitteilung wurde gezeigt (Schuberg und Kuhn 1912), daß die Übertragung des Milzbranderregers von Kadavern und lebenden kranken Tieren auf gesunde Tiere durch *Stomoxys calcitrans* möglich ist. Dieses Ergebnis war an Mäusen und Meerschweinchen gewonnen worden. Obwohl die Versuche an sich einwandfrei waren und uns als nicht zweifelhaft erscheinen ließen, daß auch geeignete größere Tiere, die unter natürlichen Verhältnissen an Milzbrand erkranken können, auf die gleiche Weise infizierbar sein würden, war es doch wünschenswert, zu prüfen, ob die Übertragung der so wichtigen Krankheit durch Fliegenstiche auch in diesem Falle tatsächlich gelingt. Es ist klar, daß solche Versuche für die Frage nach der praktischen Bedeutung der Fliegenstichübertragung noch größeren Wert haben müssen, als die Versuche an den üblichen kleinen Versuchstieren, denen für die Praxis und vor allem in epidemiologischer Hinsicht kaum eine Rolle zukommen dürfte. Über-

[1]) Die Arbeit bildet die Fortsetzung der unter dem gleichen Titel in Band XXXI und XL erschienenen Arbeiten von Schuberg und Kuhn. Der Inhalt der früheren Mitteilungen betraf: 1. Die Übertragung von Trypanosomen und Spirochäten durch *Stomoxys calcitrans.* — 2. Die Übertragung von Spirochäten durch *Stomoxys calcitrans* einige Zeit nach dem Stich am kranken Tier (Zeitversuche). — 3. Die Übertragung von südwestafrikanischer Pferdesterbe durch *Stomoxys calcitrans.* — 4. Die Übertragung von Hühnerpocken durch *Stomoxys calcitrans.* — 5. Die Übertragung von Milzbrand durch *Stomoxys calcitrans.*

Die wichtigsten Ergebnisse des vorliegenden Teils wurden auf der 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin mitgeteilt (Schuberg und Böing, 1913).

dies aber konnten sie möglicherweise Andeutungen dafür geben, in welcher Form bei großen Tieren die natürlichen Infektionen durch Fliegenstiche verlaufen. Es erhob sich vor allem die Frage, ob bei diesen vielleicht nur örtlich begrenzte Krankheitserscheinungen auftreten, oder ob, wie bei den früheren Versuchen an Mäusen und Meerschweinchen, die Infektion im wesentlichen unter dem Bild einer Septicämie verläuft.

Als Ausgangsmaterial für die Versuche wurde in der Regel die Milz stark mit Milzbrand infizierter Meerschweinchen benutzt; nur in einem Falle wurden die Fliegen einem Meerschweinchen, das, kurz vor seinem Tode, Milzbrandbazillen in seinem Blute enthielt, angesetzt.

Zu den ersten Versuchen diente eine Ziege, die von andern Versuchen zur Verfügung stand. Als an ihr ein Erfolg nicht zu erzielen war, wurden die weiteren Versuche an Schafen angestellt.

Wie bei den früheren Versuchen wurden auch jetzt wieder nur durch Zucht gewonnene Fliegen verwendet, die noch nie an anderen Tieren gesogen hatten, so daß also eine Übertragung von andern als den zum Versuch benutzten Tieren ausgeschlossen war und auch sonstige, bei einer früheren Benutzung irgendwie denkbaren Störungen der Versuche nicht in Frage kommen konnten. Die Technik für das Ansetzen der Fliegen zum Stechen war ebenfalls die gleiche, die sich schon in den früheren Versuchen bewährt hatte, so daß auf die seiner Zeit gegebenen Darstellungen verwiesen werden kann (Schuberg und Kuhn, 1911 und 1912).

Um besonders bei nicht erfolgreichen Versuchen ein Urteil darüber zu haben, daß die verwendeten Fliegen tatsächlich lebenskräftige Milzbrandbazillen enthalten hatten, wurden die Fliegen in der Regel nach dem Versuch getötet und aus dem Darminhalt Kulturen angelegt. Benutzt man zum Töten der Fliegen Äther oder Chloroform, so wird die Virulenz der aus dem herauspräparierten Fliegendarm gezüchteten und von der Kultur auf eine Maus verimpften Milzbrandkeime derartig herabgesetzt, daß derselbe Stamm, der vorher eine Maus innerhalb 24 Stunden tötete, jetzt entweder gar nicht oder erst nach 10—14 Tagen zum Tode der Maus führt. Aus diesem Grunde mußten die Fliegen auf andere Weise getötet werden. Am besten bewährte sich hierzu Wasserdampf. Wie in den früheren Versuchen wurden die Fliegen in einfachen, an beiden Enden mit Gaze verschlossenen Glaszylindern zum Saugen angesetzt; um sie mit Wasserdampf zu töten, braucht man daher nur in einem Reagenzröhrchen Wasser zum Verdampfen zu bringen und den Dampf durch das darübergehaltene Fliegenglas hindurchstreichen zu lassen. Durch dieses Verfahren wird die Virulenz der im Fliegendarm enthaltenen Keime in keiner Weise geschädigt.

Ziege.

1. Versuch. Zwei an einer Meerschweinchenmilz infizierte *Stomoxys* werden sofort an eine rasierte Stelle des Halses der Ziege angesetzt. Die Stelle ist so gewählt, daß die Ziege nicht daran lecken kann, eine Entstehung von Darmmilzbrand auf diesem Wege also ausgeschlossen ist. Beide Fliegen stechen. Stichstelle nach dem Stechen deutlich sichtbar.

Die Ziege zeigt in den nächsten 14 Tagen keine Anzeichen einer Infektion.

2. Versuch. 15 Fliegen, die an einem lebenden, viele Milzbrandkeime im Blut enthaltenden Meerschweinchen gesogen haben, werden sofort, in der gleichen Weise wie in Versuch 1, an die Ziege angesetzt. Die Ziege erhält 8 Stiche.

Bis zum 12. Tage zeigt die Ziege keinerlei Anzeichen einer Erkrankung.

3. Versuch. Die Milz eines an Milzbrand verendeten Meerschweinchens wird zur Entwicklung von Sporen auf 24 Stunden feucht zugedeckt in den Brutschrank (37°) gebracht. Die Untersuchung ergibt, daß Sporen vorhanden sind. An diesem Material werden 8 Fliegen infiziert und der Ziege wie bei Versuch 1 angesetzt.

Die Ziege ist noch nach 3 Wochen gesund.

4. Versuch. 12 an einer frischen Milz eines Meerschweinchens infizierte Fliegen werden der Ziege an einer haarlosen, weichen Hautstelle des Euters angesetzt. Es stechen 8 Fliegen.

Die Ziege zeigt nach 3 Wochen noch keinerlei Krankheitserscheinungen.

In allen Fällen wurde durch Anlegung von Kulturen aus den zum Versuche benutzten Fliegen der Beweis erbracht, daß diese wirklich Milzbrandkeime aufgenommen hatten. Daß die Ziege, die zu den Versuchen gedient hatte, nicht völlig gegen Milzbrand refraktär war, wurde dadurch bewiesen, daß es später gelang, sie durch eine intrakutane Impfung zu infizieren, der sie am Beginn des dritten Tages erlag. Der Tod erfolgte 52 Stunden nach der Impfung.

Diese Impfung war derart ausgeführt worden, daß von einer Aufschwemmung einer 4 Tage alten Agarröhrchenkultur in 1 ccm Bouillon eine Normalöse in 1 ccm Bouillon verrieben, daß dann von dieser Verdünnung 2 Ösen wiederum in 1 ccm Bouillon verrieben und von dieser dritten Verdünnung schließlich, die im mikroskopischen Präparat keine Milzbrandkeime erkennen ließ, $^1/_4$ ccm der Ziege an einer nicht beleckbaren Stelle des Halses unter Bildung einer Schleichschen Blase unmittelbar unter die Epidermis eingespritzt wurde. Um die Möglichkeit der Blasenimpfung und den hierzu erforderlichen Druck auszuprobieren, war der Ziege $^1/_2$ Stunde vor dem Versuch in 12 cm Entfernung von der Impfstelle ungefähr die gleiche Menge steriler Bouillon eingespritzt worden. Während diese Blase nach 1 Stunde fast ganz resorbiert und am folgenden Tage völlig verschwunden war, war die Impfblase noch deutlich sichtbar, jedoch nicht vergrößert. Am zweiten Tage war die letztere etwas vergrößert. 51 Stunden nach der Impfung lag die Ziege, die noch wenige Stunden vorher munter gewesen war und gefressen hatte, plötzlich unter heftigen Atembeschwerden im Sterben. Nach einer weiteren Stunde war sie verendet. Die am folgenden Tage vorgenommene Sektion, für deren Ausführung wir Herrn Regierungsrat Professor Dr. Küster zu Danke verpflichtet sind, ergab folgendes: Leib gering aufgetrieben, blutig-seröser Ausfluß aus Nase und Maul. Die Stelle der Blase ist im ganzen Umkreis angeschwollen (6—7 cm Durchmesser). Milz geschwollen, weich, dunkel. Darm nicht gerötet, normal. Herzblut flüssig, dunkelrot. Die der Impfblase zunächstliegende Nackendrüse ist stark vergrößert. Im Herzblut schon im frischen Präparat deutliche Milzbrandfäden. Je 2 Agarplatten mit Herzblut und Milz geimpft, ergaben Reinkulturen von Milzbrand. Zwei mit Herzblut bezw. Milz geimpfte Mäuse nach 24 Stunden an Milzbrand eingegangen.

Wir haben diesen Versuch, obwohl er nicht mit Stechfliegen ausgeführt wurde, deshalb etwas ausführlicher wiedergegeben, weil sein Ergebnis, insbesondere der Sektionsbefund, mit der unten beschriebenen Stechfliegeninfektion eines Schafes sehr weitgehende Übereinstimmung zeigt.

Schaf 1.

Zwei Röhrchen (I und II) werden mit je 8 Fliegen besetzt. Röhrchen I wird an ein mit Milzbrand infiziertes lebendes Meerschweinchen, das Stäbchen im Blut enthält, angesetzt. 6 Fliegen stechen. Nach Unterbrechung des Saugens wird das Meerschweinchen durch Kopfschlag getötet. An die zerkleinerte Milz wird das zweite Röhrchen angesetzt; deutlich sichtbar stechen ebenfalls 6 Fliegen. Beide Röhrchen werden am Halse des Schafes angesetzt. Die Stelle, die am Tage vorher in der Ausdehnung von 6 × 12 cm geschoren und rasiert worden war, ist so gewählt, daß ein Belecken ausgeschlossen, eine Infektion per os also nicht möglich ist. Röhrchen II wird zuerst angesetzt; es stechen wieder mindestens 6 Fliegen mit 8 Stichen. Die Stiche sind deutlich sichtbar und nach 10 Minuten blutunterlaufen. Von Röhrchen I stechen ebenfalls 6 Fliegen; auch diese Stiche sind erkennbar. Von dem ersten Stechen am lebenden Meerschweinchen und an der herausgenommenen Milz bis zum Ansetzen am Schafe waren 15

bezw. 20 Minuten verstrichen. Alle 16 Fliegen werden etwa 1—2 Stunden nach dem Saugen durch heißen Wasserdampf abgetötet; bei 14 lassen sich schon bei mikroskopischer Untersuchung des möglichst steril herausgenommenen Darms Milzbrandstäbchen erkennen. Die Verimpfung auf Agarplatten ergab auf 14 Platten Milzbrandkolonien; es hatten also bestimmt 14 Fliegen am Meerschweinchen bezw. an der herausgenommenen Milz gesogen.

Nach einem Tage sind die Stichstellen an dem Schafe noch erkennbar, ebenso am zweiten Tage nach dem Versuch; die Stiche von Röhrchen II sind noch immer etwas blutunterlaufen, auch scheint sich hier eine Schwellung zu entwickeln. In der darauf folgenden Nacht, also 48—60 Stunden nach der Infektion durch die Stiche, verendet das Tier, das bis dahin keinerlei Krankheitserscheinungen hatte erkennen lassen.

Die Sektion, für die wir ebenfalls wieder Herrn Regierungsrat Professor Dr. Küster zu Danke verpflichtet sind, ergab folgenden Befund: Leib ein wenig aufgetrieben. Aus Nase und Maul sind geringe Mengen blutigen Schleims geflossen. An der Stichstelle von Röhrchen II deutliche Schwellung, an der von Röhrchen I geringer. Milz weich, vielleicht ein wenig vergrößert. Andere Eingeweide ohne Veränderung; Darm nicht gerötet. Aus dem Herz mit der Spritze aufgesogenes Blut flüssig, schwarzrot, das frische Blutpräparat ergibt sehr reichliche Milzbrandfäden. Von Herzblut und Milz geimpfte Agarplatten (je 2) zeigen nach 24stündiger Bebrütung reichliche Milzbrandkolonien; je 2 mit Herzblut und Milz geimpfte Mäuse gehen nach 24 (3) bezw. 36 Stunden (1) an Milzbrand ein.

Das die Stichstellen enthaltende Hautstück zeigt auf dem Durchschnitt beider Stellen blutig-seröse, sulzige Anschwellungen, bei der Stichstelle von Röhrchen II entsprechend dem Befunde an der Oberfläche stärker als an der von Röhrchen I. Die Untersuchung von Paraffinschnitten ergibt massenhaft Ansammlung von Milzbrandfäden in großen Nestern an den ödematösen Stellen. In einiger Entfernung davon sind Milzbrandfäden in sämtlichen Blutgefäßen, selbst in den feinsten Kapillaren bis unmittelbar unter die Epidermis deutlich erkennbar.

Der Versuch beweist einwandfrei, daß das Schaf infolge der Infektion durch Stiche von *Stomoxys* an Milzbrand gestorben ist.

Schaf 2.

1. Versuch. Ein mit 1 *Stomoxys* besetztes Röhrchen wird an die Milz eines an Milzbrand gestorbenen Meerschweinchens angesetzt, an der das Tier etwa 5 Minuten lang saugt. Nach 20 Minuten wird die Fliege dem Schafe an einer rasierten Hautstelle an der linken Seite des Halses angesetzt, wo sie nach weiteren 5—10 Minuten zu stechen beginnt und sich voll saugt. Nach Abnehmen der Fliege ist ein deutlicher Stich sichtbar, aus dem etwas Blut herausquillt. Die Fliege wird durch Wasserdampf getötet. Das aus ihrem herauspräparierten Darm gewonnene Blut läßt Milzbrandfäden erkennen; eine Agarplatte ergibt nach 24stündiger Bebrütung Reinkultur von Milzbrandbazillen.

Der Fliegenstich bleibt bis zum 4. Tage, wenn auch allmählich schwächer werdend, sichtbar. Irgend welche anderen Erscheinungen an der Stichstelle sind nicht zu bemerken. Das Tier bleibt vollständig gesund (Beobachtung 11 Tage).

2. Versuch. Wie beim 1. Versuch 1 Fliege, die nach 10 Minuten Pause am Schaf (rasierte Stelle der linken Halsseite) weiter saugt. Darminhalt der Fliege wie vorher durch mikroskopische Untersuchung und Kultur als milzbrandhaltig erwiesen. Da das Schaf während des Versuches plötzlich umfiel und wieder aufgerichtet werden mußte, entstand der Verdacht, ob nicht vielleicht doch von dem vorigen Versuch eine Infektion bestehen könnte. Es wurde daher mit aus dem Ohr entnommenem Blute, das übrigens mikroskopisch von Milzbrandkeimen frei gefunden wurde, eine Kultur angelegt. In dieser wuchsen ebenso wie in einigen bei nochmaliger Blutentnahme angelegten Kulturen eine Anzahl von Kolonien, die zwar milzbrandähnliche Stäbchen enthielten, aber sicher kein Milzbrand waren und wohl von der schwer zu desinfizierenden Hautoberfläche stammten. Das Wachstum dieser Kolonien war nicht das typische mit lockenförmigen Rändern; die Fäden waren nicht bogenförmig gekrümmt, sondern mehr winklig geknickt. Die einzelnen Stäbchen waren etwas abgerundet und zeigten geringe Eigenbewegung. Einige Tage hindurch schien das Schaf schlecht zu fressen, erholte sich aber wieder vollständig. Irgend welche auf Milzbrand deutende äußere Erscheinungen an der Stichstelle oder sonstwo wurden nicht beobachtet (Beobachtung 25 Tage).

3. Versuch. Wie beim 1. und 2. Versuch 1 Fliege, die jedoch nach 25 Minuten Pause an einem Ohr zum Weitersaugen angesetzt wird; sie sticht, jedoch schlecht. Milzbrandbazillen im Fliegendarm nachgewiesen. Das Tier bleibt bis 4 Tage nach dem Saugen ohne Erscheinungen.

4. Versuch. 2 Fliegen, die wie in den andern Versuchen an infizierter Meerschweinchenmilz gesogen haben, stechen am rechten, mit der Schere ein wenig abgeschorenen Ohr des Schafes. Zwei deutliche Stiche; Milzbrandnachweis aus den Därmen der Fliegen durch mikroskopischen Befund und Reinkultur auf Agarplatten. Drei Tage nach dem Stechen wird in der Gegend der Stichstelle mittels eingestochener Kapillare entnommene blutig-seröse Flüssigkeit auf Agarplatte geimpft; es wächst keine Milzbrandkolonie, sondern nur *Bac. subtilis*. Das Tier zeigt keinerlei Erscheinungen (Beobachtung 10 Tage).

5. Versuch. 4 Fliegen nach Infektion an Meerschweinchenmilz sofort an eine geschorene Stelle des Halses angesetzt. Milzbrand in den Därmen der Fliegen durch mikroskopischen Befund und Kultur auf Agarplatten nachgewiesen. Das Schaf zeigt keinerlei Erscheinungen (Beobachtung 14 Tage).

6. Versuch. Genau wie der 5. Versuch. Ohne Erfolg (Beobachtung 17 Tage).

7. Versuch. Der gleiche Versuch wie die letzten beiden mit 6 Fliegen wiederholt; ebenfalls ohne sichtbare Erkrankung (Beobachtung 17 Tage).

Etwa $^1/_4$ Jahr nach den vorstehenden Versuchen erkrankt das Tier unter Lähmungserscheinungen der Hinterbeine; es liegt meistens, frißt wenig und magert hochgradig ab. Nach etwa weiteren 4 Wochen tritt der Tod ein. Die Sektion, wie von Blut und Milz angelegte Kulturen und Mäuse-Impfungen geben keinerlei Anzeichen für Milzbrand. Der einzige bemerkenswerte Befund war die Anwesenheit von außerordentlich zahlreichen, dem Mesenterium und Netz, sowie der Serosa der Leber ansitzenden stark verkalkten Cysten, die vielleicht — eine sichere Entscheidung war nicht möglich — als verkalkte *Cysticercus tenuicollis* zu betrachten sind.

Schaf 3.

1. Versuch. Eine an infizierter Meerschweinchenmilz gefütterte Fliege wird am linken Ohr des Schafes (Haare mit der Schere ein wenig geschnitten) angesetzt und sticht hier zweimal. Mikroskopischer Befund und Plattenkultur des Fliegendarms ergeben Milzbrand. Nach 2 Tagen ist an der Stichstelle am Ohr eine kleine zur Längsrichtung des Ohres quer verlaufende Schwellung zu bemerken, die aber nach weiteren 2 Tagen wieder verschwunden ist. Vom 3. bis 9. Tage nach dem Stechen frißt das Schaf schlecht. Eine am 3. Tage nach der Impfung vom rechten Ohr entnommene Blutprobe ergibt, auf Agarplatte verimpft, keine Kultur. Eine von dem gleichen Blute geimpfte Maus stirbt innerhalb 24 Stunden; das noch flüssige Herzblut und die Milz waren mikroskopisch keimfrei, bei Weiterimpfung auf Agarplatten wachsen Kolonien, die aber sicher nicht Milzbrand sind. Am 8. Tage nach der Impfung wird aus einem an der Impfstelle ausgeführten tiefen Schnitt auf 2 Agarplatten abgeimpft. Auf einer Platte wächst 1 Kultur, die den im 2. Versuch bei Schaf 2 gewachsenen gleicht; kein Milzbrand. Später erholt sich das Schaf wieder. Anzeichen einer Erkrankung an Milzbrand sind nicht vorhanden.

2. Versuch. Versuch wie der vorstehende, jedoch mit 2 Fliegen, die 20 Minuten nach der Infektion an der Meerschweinchenmilz am rechten Ohr stechen. Mikroskopischer Befund und Kultur aus den Fliegendärmen ergeben Milzbrand. Am 5. Tage nach der Infektion wird mit Kapillare aus der Gegend der Stichstelle etwas blutig-seröse Flüssigkeit gewonnen und auf Platten verimpft. Es ist nur *Bacillus subtilis* gewachsen.

3. Versuch. Versuch mit 4 Fliegen am Hals, die nach 15 Minuten weiterstechen. Darminhalt der Fliegen nach mikroskopischem Befund und nach Kultur mit Milzbrand infiziert. Das Schaf zeigt keine Krankheitserscheinungen (Beobachtung 19 Tage).

4. Versuch. Versuch wie der vorstehende. Ebenfalls ohne jeden Erfolg (Beobachtung 19 Tage).

5. Versuch. Versuch wie der 3. und 4. Versuch. Ebenfalls ohne Erfolg (Beobachtung 18 Tage).

Etwa 6 Monate nach dem letzten Versuch wurde das Schaf morgens tot im Stall gefunden. Bei der Sektion zeigte das Tier eine starke Abmagerung, aber sonst keinerlei Erscheinungen, die auf Milzbrand hingedeutet hätten. Ebenso blieben die aus Knochenmark, Lunge, Herz, Leber, Milz und Niere angelegten Agarplatten frei von Milzbrandkolonien. Ein Zusammenhang des Todes mit den früheren Versuchen ist daher nicht wahrscheinlich. In der letzten Zeit vor dem Tode hatte das Schaf zur Blutentnahme gedient.

Von den vorstehend beschriebenen Versuchen, Milzbrand durch die Stiche von *Stomoxys calcitrans* auf größere Tiere — Schaf und Ziege — zu übertragen, war nur ein einziger sicher erfolgreich (Schaf 1). Dieser Versuch genügt allerdings, um zu beweisen, daß eine Infektion durch Fliegenstiche nicht nur, wie in den früheren Versuchen von Schuberg und Kuhn gezeigt wurde, bei kleinen Versuchstieren, sondern auch bei solchen Tieren zustande kommen kann, bei denen auch unter natürlichen Bedingungen die Möglichkeit einer derartigen Ansteckung gegeben ist.

Bei der Ziege sowie bei Schaf 2 und 3 gelang es nicht, eine tödliche Infektion herbeizuführen. Die Ziege blieb anscheinend dauernd gesund. Dagegen zeigten Schaf 2 und 3 vorübergehende Störungen des Befindens. Bei Ausführung des zweiten Infektionsversuches, 16 Tage nach dem ersten Versuch, fiel Schaf 2 plötzlich um und mußte zu dem zweiten Versuche erst wieder aufgerichtet werden. Vom zweiten auf den Versuch folgenden Tage an wurde etwa eine Woche lang beobachtet, daß das Tier, das auch etwas abgemagert war, schlecht fraß, worauf dann wieder eine Besserung eintrat. Schaf 3 machte nach dem ersten Stechversuche vom 3. bis zum 9. Tage einen schlappen Eindruck; es lag viel und fraß schlecht. Äußere Krankheitserscheinungen waren an beiden Schafen nicht wahrzunehmen.

Wiederholt, so auch kürzlich noch von Sobernheim, ist darauf hingewiesen worden, daß der Milzbrand wahrscheinlich öfter, als man glaube oder festzustellen vermöge, in einer milden Form auftrete. „Nur tödliche oder mit schweren Allgemeinerscheinungen, örtlichen Anschwellungen usw. einhergehende Erkrankungen werden als Milzbrandfälle registriert, während ohne Frage leichtere Erkrankungsformen, die vielleicht höchstens mit kurzem Fieber, leicht verminderter Freßlust usw. verbunden sind, sehr häufig übersehen oder nicht nach ihrem wahren Charakter erkannt werden, ja wohl überhaupt schwerer als Milzbrand diagnostiziert werden können" (1913, S. 649). Auch Hutyra und Marek (1910, S. 21) hatten schon erwähnt, daß es im Verlaufe der einzelnen Seuchenausbrüche ziemlich oft vorkomme, daß „einzelne, der Gefahr ausgesetzt gewesene Tiere unter Erscheinungen von Unwohlsein und Fieber erkranken, nach 1—2 Tagen aber wieder vollständig genesen. Solche Erscheinungen beruhen höchstwahrscheinlich auf einer Milzbrandinfektion, die jedoch durch den energischen Widerstand des Organismus bewältigt wird."

Mit dieser Möglichkeit haben wir denn auch bei unsern Versuchen von Anfang an gerechnet und deshalb auch daran gedacht, ob eine leichtere Erkrankung an Milzbrand die Ursache der bei Schaf 2 und 3 beobachteten Erscheinungen sein könnte. Obgleich uns natürlich bekannt ist, daß nach den bisherigen Erfahrungen die Milzbrandbazillen im Blute des lebenden Tieres erst verhältnismäßig kurze Zeit vor dem Tode nachzuweisen sind, haben wir doch in beiden Fällen Blut entnommen und auf Platten verimpft; beidemal ohne Erfolg. Ebenso ergaben Kulturen aus Material, das an der Stichstelle durch Kapillaren oder Einschnitt entnommen worden war, keine Milzbrandkolonien. Bei der großen Schwierigkeit, Milzbrand während früherer Erkrankungsstadien am lebenden Tier bakteriologisch festzustellen, kann dieser negative Befund jedoch wohl nicht als sicherer Beweis gegen das etwaige Bestehen einer leichteren

Erkrankung an Milzbrand angeführt werden; ebensowenig aber vermögen natürlich wir selbst zu beweisen, daß eine solche bestanden habe. Immerhin muß mit dieser Möglichkeit gerechnet werden, zumal eigentlich nicht recht einzusehen ist, warum die Versuche bei Schaf 2 und 3 hätten mißlingen sollen.

Die Vermutung, daß die benutzten Fliegen bei den erfolglosen Versuchen vielleicht kein Milzbrandmaterial aufgenommen haben könnten, wird dadurch hinfällig, daß stets durch unmittelbare Untersuchung des aus dem Darme der Fliegen entnommenen Blutes und durch Kulturen nachgewiesen wurde, daß der Darminhalt lebende Milzbrandkeime enthielt. Es bestände also höchstens die Möglichkeit, daß, obschon der Darminhalt noch solche einschloß, der Stechrüssel davon frei geworden sein konnte. Das ist aber wohl deshalb nicht sehr wahrscheinlich, weil die Ergebnisse an kleinen Versuchstieren unter genau gleichen Versuchsbedingungen erheblich günstiger waren. Daß die von einer Fliege zugeführte Bazillenmenge zu gering gewesen sei, ist wohl deshalb nicht anzunehmen, weil es gelungen war, Mäuse mit nur einer Fliege gerade so gut wie mit mehreren zu infizieren. Auch die Pausen zwischen dem ersten Saugen am infizierten Material und dem Weitersaugen an den Versuchstieren waren nicht länger, als in einer Anzahl von noch erfolgreichen Versuchen an kleinen Tieren. Die Bedingungen waren also keineswegs schlechter als bei diesen.

Die Annahme, daß die Virulenz der Milzbrandbazillen im Fliegendarm abgenommen habe, ist ebenfalls nicht wahrscheinlich, wie sowohl die zahlreichen erfolgreichen Versuche an kleinen Tieren, wie der gelungene Versuch an Schaf 1 zeigen. Bemerkenswert ist übrigens, daß auch ein mit sporenhaltigem Material unternommener Versuch erfolglos blieb.

Daß die Tiere, die nicht an einer Infektion zugrunde gingen, gegen Milzbrand refraktär gewesen seien, ist nicht sehr wahrscheinlich. Für die Ziege trifft dies sicher nicht zu; denn es gelang, sie später bei intrakutaner Impfung mit einer recht geringen Menge von Material zu infizieren, wobei der Verlauf der Infektion übrigens eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit der durch Fliegenstiche bewirkten Infektion von Schaf 1 zeigte. Von Schafen ist sonst bekannt, daß sie im allgemeinen, von bestimmten, hier nicht in betracht kommenden Rassen abgesehen, im Versuch ziemlich leicht zu infizieren sind, leichter jedenfalls als Rinder.

Eher ließe sich vielleicht daran denken, daß eine individuelle Resistenz an den negativen Ergebnissen Schuld haben könnte. Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß der Milzbrand innerhalb des gleichen Bestandes sehr oft nur in vereinzelten Fällen auftritt; während einzelne Tiere schwer erkranken, bleiben andere völlig gesund. Diese Erscheinung könnte auf einer solchen verschiedenen individuellen Resistenz beruhen. Träfe dies aber zu, dann wäre auch denkbar, daß die Tiere bei Infektion durch Fliegenstiche aus dem gleichen Grunde ein verschiedenes Verhalten zeigen könnten. Allerdings wird in der Regel für die Beschränkung der Krankheit auf einzelne Tiere die Menge und Verteilung des Infektionsstoffes, der Sporen, verantwortlich gemacht, da es sich ja in den meisten Fällen um Infektionen mit dem Futter handelt. Sichere Gründe dafür, daß das Nichtgelingen der Infektion bei einzelnen Tieren auf einer individuellen Verschiedenheit der Resistenz beruhe, lassen sich also nicht beibringen.

Schließlich wäre noch möglich, daß der Stich der Fliegen gewisse Bedingungen erfüllen müsse, um eine Infektion herbeiführen zu können. Durch Versuche von Nötzel ist bekannt, daß die künstliche Infektion mit Milzbrand durch subkutane Infektion besser gelingt, als durch intraperitoneale und intravenöse Einverleibung (nach Sobernheim, 1913). Das könnte die Vermutung nahelegen, daß der Fliegenstich, um wirksam zu sein, eine gewisse Tiefe erreichen, vielleicht bis an die Grenze des Unterhautbindegewebes oder in dieses selbst eindringen muß. Die Erscheinung, daß die Infektion kleiner Versuchstiere, die ja ein dünneres Corium besitzen als Schafe und Ziegen, häufiger gelang als bei den letztgenannten Arten, könnte so vielleicht ihre Erklärung finden.

Aber all dies sind Vermutungen, die nur mit Vorbehalt geäußert werden können und die nicht genügen, einen Aufschluß darüber zu geben, warum die Fliegenstichinfektion bei Schaf 2 und 3, sowie bei der Ziege, nicht gelang. Angesichts der vorübergehenden Schwankungen in dem Befinden von Schaf 2 und 3 ist es daher vielleicht doch das Nächstliegende, diese Störungen auf eine schwache Infektion zurückzuführen; zuzugeben ist allerdings, daß ein zwingender Beweis hierfür nicht erbracht werden kann. Vielleicht wäre es richtiger gewesen, die Tiere alsbald nach Auftreten der verminderten Freßlust zu töten und aus der Milz eine Züchtung des Erregers zu versuchen, anstatt auf das Auftreten weiterer Krankheitserscheinungen zu warten. Bei der Neuheit der Erscheinung wird aber unsere Zurückhaltung nicht unverständlich sein.

Falls es sich bei den Schafen 2 und 3 um eine leichtere Erkrankung gehandelt haben sollte, so wäre wohl leicht begreiflich, daß bei den nachfolgenden Versuchen an den gleichen Tieren eine Infektion ausblieb. Denn es ist wohl anzunehmen, daß das Überstehen einer schwachen Infektion zu einer Immunität geführt habe, die wenigstens ausreichte, um gegen die geringen bei einer Stichinfektion einverleibten Mengen von Erregern zu schützen.

Wir hatten, besonders bei der Verwendung einer einzigen Fliege zum Stechen, gehofft, es würde vielleicht nur zu einer umschriebenen örtlichen Erkrankung kommen. Nach Hutyra und Marek sind diese allerdings bei Tieren überhaupt nicht häufig. Insbesondere bei Schafen verläuft die Erkrankung in der Regel stürmisch, ohne Lokalisierung auf bestimmte Organe, als reine Septicämie. Die apoplektiformen Fälle kommen bei diesen Tieren am häufigsten vor (vgl. auch Bongert, 1912, S. 184). Unser einziger zum Tode führender Fliegenversuch ist auch tatsächlich, ebenso wie die kutane Impfung der Ziege, unter dieser Form verlaufen. Zur Bildung eines Karbunkels kam es nicht, sondern es bildete sich an der Stichstelle eine ödematöse Anschwellung, die nach Hutyra und Marek fast ausnahmslos eine ungünstige Bedeutung besitzt und ja auch in unserem Falle einen baldigen tödlichen Ausgang zur Folge hatte.

Wenn natürliche Infektionen durch Fliegenstiche vorkommen, woran wir nicht zweifeln, so müssen sie — nach unseren Versuchen — vermutlich unter den apoplektiform verlaufenden Fällen gesucht werden, womit selbstverständlich nicht gesagt sein soll, daß alle derart verlaufenden Fälle durch Insektenstiche verursacht seien.

Vielleicht erlaubt das Vorhandensein oder Fehlen von Darmerscheinungen eine Unterscheidung der durch Fütterung oder durch Insektenstiche erfolgten Infektionen. Bei unserem tödlich verlaufenen Fall am Schafe wie bei der intrakutan geimpften Ziege zeigte der Darm beidemal keinerlei Krankheitserscheinungen.

Den früheren Ausführungen über die Bedeutung der Stechfliegen für die Ausbreitung des Milzbrandes (Schuberg und Kuhn, 1912, S. 229 ff.) haben wir nur wenig hinzuzufügen.

Zunächst ist zu erwähnen, daß in dem zuletzt erschienenen Bericht über die Statistik der Milzbrandfälle, die im Jahre 1911 bei Menschen vorkamen (Burkhardt 1913), ein Fall von Hautmilzbrand angeführt wird, in dem die Übertragung der Krankheitskeime mit Bestimmtheit auf einen Insektenstich zurückgeführt wird. „Es handelt sich um einen Schiffskoch mit einer Milzbrandpustel am linken Unterarme; der Kranke war mit milzbrandverdächtigem Materiale nachweisbar nicht in Berührung gekommen. Nach Angabe des Krankenhausarztes ist bei ihm die Ansteckung durch einen „Mückenstich" erfolgt. Auch in einem andern Falle wurde von dem Kranken die Infektion durch einen Insektenstich angenommen; in 2 weiteren Fällen wurde sie als möglich bezeichnet. Bei 5 anderen Personen (1 Landwirt, der mit einem milzbrandigen Rinde, und 4 Gerbereiarbeitern, die mit milzbrandverdächtigen Häuten und Fellen zu tun gehabt hatten), bei denen angeblich mit der Möglichkeit einer Übertragung der Krankheitskeime durch Insektenstich gleichfalls zu rechnen war, liegt hingegen die Annahme einer Ansteckung auf dem gewöhnlichen Wege durch unmittelbare Berührung mit dem milzbrandigen oder verdächtigen Material entschieden näher." Mit Ausnahme des zuerst erwähnten Falles handelt es sich auch hier wieder, wie zumeist (vgl. Schuberg und Kuhn, 1912, S. 218) um Fälle, die nicht als sicher beweisend gelten können; und auch bei dem ersten Falle fehlt der Nachweis, woher das Infektionsmaterial stammt und welcher Art das stechende Insekt war, da der Begriff „Mücke" in Laienkreisen sehr unbestimmt ist.

Von um so größerem Interesse ist daher ein Fall von Milzbrand beim Menschen, der im Anschluß an die vorläufige Bekanntgabe unserer Untersuchungen auf der diesjährigen Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie (Schuberg und Böing, 1913) von Jos. Koch mitgeteilt wurde. Im Gegensatz zu den älteren Angaben über die Entstehung von Milzbrand beim Menschen durch Fliegenstiche handelt es sich in diesem Falle um sichere und einwandfreie Beobachtungen. Er betraf einen Aufseher, der auf einem Gefangenentransport beim Passieren einer Stelle, an der eine an Milzbrand gefallene Kuh noch unverscharrt lag, von einer Anzahl der auf dem Kadaver schmarotzenden Stechfliegen gestochen wurde. Der Aufseher starb wenige Tage darauf an einer allgemeinen Milzbrandsepticämie[1]). Dieser Fall bildet eine Bestätigung der von Schuberg und Kuhn auf Grund des Tierversuches als bewiesen betrachteten Anschauung, daß die Übertragung des Milzbrandes auf den Menschen durch Fliegenstiche möglich ist (vgl. a. a. O. S. 231).

[1]) Nach Mitteilung von Herrn Prof. Koch, für die wir ihm bestens danken, ist dieser Fall 1902 vorgekommen.

Über die Frage der Bedeutung der Fliegen für die Übertragung des Milzbrandes auf Tiere liegen inzwischen neuere Äußerungen von Dalrymple, Wolffhügel und Stockman vor.

Dalrymple ist nach seinen Erfahrungen der Ansicht, daß die ersten Fälle in der Regel Tiere waren, die auf Weiden, die durch liegengebliebene Milzbrandkadaver verseucht waren, weideten. Dann sei der weitere Ausbruch der Seuche durch die Vermittelung von zahllosen Tabaniden (Bremsen, Pferdefliegen) erfolgt, die von dem infizierten Blut gesogen und durch den damit besudelten Rüssel andere Tiere geimpft hätten. Während die Tabaniden und „wahrscheinlich einige andere Fliegen und Mücken“ nach seiner Meinung für die Ausbreitung der Infektion in die Entfernung („widely spreading the infection“) verantwortlich zu machen seien, gäbe es dann noch zahlreiche andere Mittel der Übertragung.

Wolffhügel berichtet über Mitteilungen, die ihm von H. Meyer nach Beobachtungen in der argentinischen Provinz Santa Fé gemacht wurden und die dafür sprächen, daß *Stomoxys* für die Übertragung des Milzbrandes sehr in Betracht komme (1912, S. 460).

Ziemlich ablehnend äußert sich dagegen Stockmann (1911) über die Bedeutung der Fliegen für die Verbreitung des Milzbrandes, wobei allerdings bemerkt werden muß, daß er ganz allgemein von „Fliegen“ spricht, so daß nicht ganz klar ist, ob er nur die nicht stechenden Arten, wie Stubenfliegen, Schmeißfliegen usw. meint, oder ob sich seine Äußerungen auch auf die stechenden Arten beziehen. Da er sich hierüber nicht ausspricht, so muß wohl angenommen werden, daß er alle Fliegen meint. Stockmann bezweifelt zwar die Versuche von Graham-Smith, daß Fliegen Milzbrandkeime verschleppen können, durchaus nicht, ist jedoch der Ansicht, daß „dessen Beobachtungen keine wichtige Lücke in der Epidemiologie des Milzbrandes ausfüllen.“ Zur Stütze seiner Ansicht beruft er sich darauf, daß bei den durch Zerlegung von Milzbrandkadavern beim Menschen entstehenden Infektionen regelmäßig solche Personen erkrankten, welche die Zerlegung ausführen, deren Arme und Hände verletzt waren und mit infiziertem Blute in Berührung kamen, nicht dagegen jene, auf welche sich Fliegen niedersetzen können oder wirklich niedersetzen. Schließlich aber betont er, daß die Zahl der Milzbranderkrankungen an Rindern gerade zu der Jahreszeit, in der die Fliegen am häufigsten sind, eine bedeutende Abnahme zeige. Zum Beweise hierfür bezieht er sich auf eine Tabelle, in welcher die Verteilung der Milzbranderkrankungen der Rinder in Großbritannien während der Jahre 1906—1910 auf die einzelnen Vierteljahre graphisch dargestellt ist, und aus der allerdings klar ersichtlich ist, daß die Mindestzahl von Erkrankungen bei Rindern sich tatsächlich stets im dritten Vierteljahr (Juli bis September) findet.

Auf diese Ausführungen Stockmans kann hier nur insofern eingegangen werden, als sie sich auch auf „Stechfliegen“ beziehen können, da sich unsere eigenen Untersuchungen nur auf solche erstreckt haben (vgl. Schuberg und Kuhn, 1912, S. 220). Die Besprechung der Versuche von Graham-Smith, die an nicht stechenden Fliegen angestellt wurden, fällt daher nicht in den Bereich unserer Aufgabe.

Was zunächst die Angabe betrifft, daß bei der Zerlegung von Milzbrandkadavern nur unmittelbar mit dem Blut in Berührung gekommene Personen infiziert werden, so ist es keine Frage, daß die Mehrzahl der Fälle wohl durch Einimpfung von Milzbrandblut in größere oder kleine Hautwunden zustande kommt. Wir zweifeln hieran nicht im mindesten (vgl. Schuberg und Kuhn, 1912, S. 231). Andererseits müssen wir aber auch daran festhalten, daß die immer und immer wieder vertretene Auffassung, daß Milzbrand durch Fliegenstiche — nicht nur durch sich niedersetzende Fliegen — übertragen werden könne, durch die früheren Versuche von Schuberg und Kuhn, wie durch unsere jetzigen bewiesen ist. Auch der oben erwähnte, von J. Koch mitgeteilte Fall dürfte einwandfrei zeigen, daß Personen, die mit einem Milzbrandkadaver nicht in Berührung gekommen sind, durch Vermittelung von stechenden Fliegen infiziert werden können.

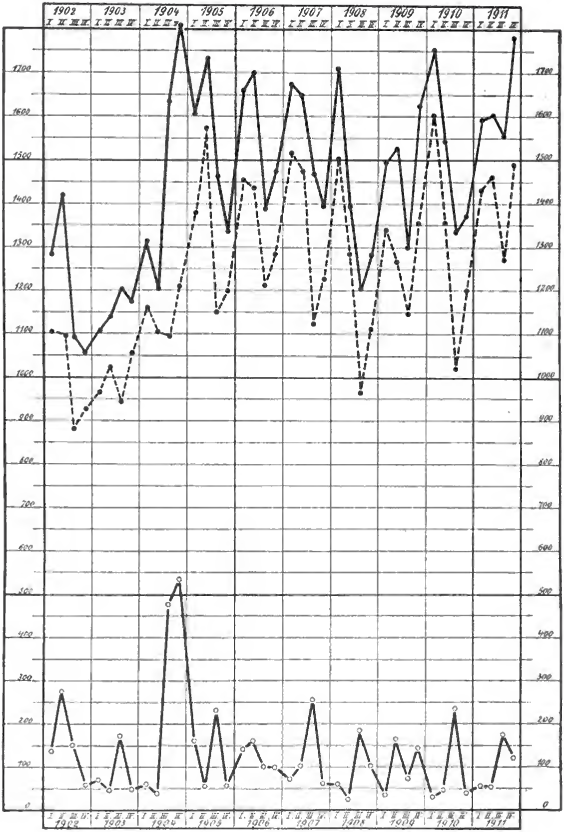
Von besonderem Interesse dürften nun aber die Ausführungen sein, die wir an den zuletzt angeführten Grund Stockmans anzuschließen haben. Seine Angabe, daß die Zahl der Milzbranderkrankungen der Rinder in Großbritannien stets im dritten Viertel jedes Jahres bedeutend heruntergehe, ist allerdings nicht zu bezweifeln. Ja, wir sind in der Lage, diese Erscheinung auch für Deutschland durchaus zu bestätigen. Sowohl die untenstehende Tabelle 3 (S. 503), wie die Tabelle 1, in welcher die Zahlen graphisch dargestellt sind, zeigen deutlich, daß auch in Deutschland die Zahl der an Milzbrand erkrankenden Rinder stets im dritten Vierteljahre (Juli bis September) am niedrigsten ist; wir haben dies — da wir unseren Angaben die in den Jahresberichten über die Verbreitung von Tierseuchen im Deutschen Reiche niedergelegten Ergebnisse der Jahre 1902—11 zugrunde gelegt haben — nicht nur für die Jahre 1906—10, sondern für ein volles Jahrzehnt bestätigen können. Dagegen fiel die Höchstzahl der Erkrankungen 5 mal in das I. Vierteljahr (1902, 1906, 1907, 1908, 1910), 4 mal in das IV. (1903, 1904, 1909, 1911) und 1 mal in das II. Vierteljahr (1905).

Diese Tatsache gilt nun aber nur für die Rinder, nicht auch für die andern Tiere, bei denen Milzbranderkrankungen auftreten.

Betrachtet man die Zahlen aller an Milzbrand erkrankten Tiere (Pferde, Rinder, Schafe, Ziegen, Schweine, s. Tabelle 2), so fällt die Mindestzahl nicht wie bei den Rindern stets, d. h. 10 mal, sondern nur 4 mal in das III. Vierteljahr (1906, 1908, 1909, 1910), 3 mal dagegen in das IV. (1902, 1905, 1907), 2 mal in das I. (1903, 1911) und 1 mal in das II. Vierteljahr (1904). Ebenso stimmen die Höchstzahlen nicht mit den für die Rinder allein geltenden überein. Die Höchstzahl wird vielmehr erreicht: im I. Vierteljahr 3 mal (gegen 5 mal bei den Rindern allein, 1907, 1908, 1910), im II. Vierteljahr 3 mal (gegen 1 mal, 1902, 1905, 1906), im III. Vierteljahr 1 mal (gegen kein mal, 1903) und im IV. Vierteljahr 3 mal (gegen 4 mal, 1904, 1909, 1911).

Dieser Unterschied wird hauptsächlich durch das Verhalten der Schafe bedingt, das von dem der Rinder wesentliche Abweichungen zeigt (Tabelle 4). Geringeren Einfluß dürften die Erkrankungsziffern der Pferde und Schweine bedingen, die ja in der Regel nicht sehr hoch sind und die wohl auch

Tabelle 1.



erkrankte Tiere zusammen — davon Rinder — davon Schafe

Tabelle 2.

Zahl der in Dentschland in den einzelnen Vierteljahren an Milzbrand erkrankten Tiere aller Arten.

	I	II	III	IV
1902	1285	1419	1093	1055
1903	1107	1143	1203	1173
1904	1312	1203	1633	1811
1905	1603	1732	1462	1336
1906	1661	1701	1388	1476
1907	1674	1648	1466	1393
1908	1710	1394	1204	1280
1909	1495	1525	1299	1627
1910	1754	1541	1336	1371
1911	1591	1603	1557	1780

Tabelle 3.

Zahl der in Dentschland in den einzelnen Vierteljahren an Milzbrand erkrankten Rinder.

	I	II	III	IV
1902	1105	1091	881	926
1903	964	1026	944	1056
1904	1163	1106	1092	1210
1905	1381	1577	1151	1199
1906	1456	1437	1213	1284
1907	1517	1475	1124	1227
1908	1503	1286	963	1113
1909	1339	1266	1147	1358
1910	1603	1356	1024	1201
1911	1433	1461	1273	1488

Tabelle 4.

Zahl der in Deutschland in den einzelnen Vierteljahren an Milzbrand erkrankten Schafe.

	I	II	III	IV
1902	134	277	150	59
1903	72	45	174	48
1904	62	38	478	533
1905	161	59	230	59
1906	140	161	102	99
1907	70	103	256	63
1908	62	24	181	102
1909	33	163	71	142
1910	29	46	236	39
1911	58	55	177	119

deshalb keine rechte Gesetzmäßigkeit zeigen; wir haben sie daher auch beiseite gelassen.

Während bei den Rindern die Mindestzahl der Erkrankungen regelmäßig in das III. Vierteljahr fiel, war das bei den Schafen in dem gleichen Zeitraum (1902 bis 1911) nicht ein einziges Mal der Fall: 4 mal wurde sie im IV. Vierteljahr erreicht (1902, 1903, 1906, 1907), 3 mal im I. (1909, 1910, 1911) und 2 mal im II. (1904, 1908), in einem Jahre (1905) waren die den niedrigsten Stand zeigenden Ziffern im II. und IV. Vierteljahr gleich. Im Gegensatz hierzu fiel die Höchstzahl der Erkrankungen gerade in das III. Vierteljahr 6 mal (1903, 1905, 1907, 1908, 1910, 1911), in das II. 3 mal (1902, 1906, 1909), in das IV. 1 mal (1904) und in das I. niemals. Zieht man das II. und III. sowie das IV. und I. Vierteljahr zusammen, so wird die Höchstzahl der Erkrankungen bei den Schafen 9 mal während der beiden ersteren, also vom April bis September, bei den Rindern dagegen gerade

umgekehrt 9 mal während der beiden letzteren Vierteljahre, also von Oktober bis März erreicht.

Dieser Vergleich zeigt deutlich, daß bei der Epidemiologie des Milzbrandes der Schafe ein Faktor in Rechnung zu stellen ist, der für die Rinder entweder sehr geringe Bedeutung hat oder ganz fehlt. Welcher Art dieser Umstand ist, kann hier nicht genauer ermittelt werden, zumal hierzu noch Angaben erforderlich wären, die in den vorliegenden statistischen Veröffentlichungen nicht enthalten sind. Man müßte z. B. wohl feststellen können, wieviele einzelne Gehöfte bei den Schafen in Betracht kommen, und anderes mehr; in der Statistik sind aber nur die Gesamtzahlen der Gehöfte, in denen Erkrankungen vorkamen, angeführt und die, in denen Schafe usw. erkrankten, nicht gesondert.

Man wird natürlich in erster Linie daran denken, daß bei den Schafen der Weidebetrieb von Bedeutung sein könnte, der ja bei ihnen in viel allgemeinerem Grade in Betracht kommt, als bei den Rindern. Um dies zu beurteilen, müßte z. B. geprüft werden können, ob bei solchen Rindern, die einen großen Teil des Jahres im Freien zubringen, die Zahlen andere sind, als bei den größtenteils im Stalle gehaltenen Tieren, was aber aus dem veröffentlichen Zahlenmaterial ebenfalls nicht zu ermitteln ist. Andererseits ist nicht ausgeschlossen, daß bei den Schafen das Scheren eine Rolle spielen kann. Mit gleichem Rechte aber darf daran gedacht werden, daß das Auftreten der Höchstzahl der Erkrankungen während der wärmeren Jahreszeit mit der Übertragung durch Insekten zusammenhängt, die ja während dieser Zeit viel zahlreicher sind als während der Wintermonate. Beweisen läßt sich dies allerdings nicht. Ebensowenig aber darf nach diesen Feststellungen der von Stockman angeführte Grund, der sich nur auf die Angaben für Rinder stützt, noch als Beweis dafür angeführt werden, daß die Übertragung des Milzbrandes durch Insekten, inbesondere durch Fliegen, nicht in Betracht kommen könne. Wenn die Statistik zur Beurteilung der Epidemiologie des Milzbrandes herangezogen werden soll — und wir halten es für durchaus nicht ausgeschlossen, daß sich hierbei wenigstens wertvolle Fingerzeige für weitere Forschungen ergeben könnten — so müßten unseres Erachtens die einzelnen Tierarten getrennt betrachtet und die Feststellungen in verschiedenen Richtungen erweitert werden.

Nicht unerwähnt darf übrigens auch bleiben, daß das Vorkommen der stechenden Insekten, die für eine Übertragung in Betracht kommen, nach den einzelnen Jahreszeiten im einzelnen noch genauer zu ermitteln wäre. Austen gibt z. B. für *Stomoxys calcitrans* als Hauptverbreitungszeit in Großbritannien Sommer und Frühherbst an, erwähnt aber als äußerste, ihm bekannte Fangdaten 27. Mai und 3. Oktober. Hewitt (1910) bezeichnet, ebenfalls für England, Juli bis Oktober als die Hauptverbreitungszeit, fand die Fliegen aber schon im Mai bei sonnigem Wetter häufig im Freien und an Fenstern eines Landhauses schon im März und April. Für Deutschland wird bei Leunis-Ludwig „Mai, besonders aber im August und September" angeführt. Wir selbst haben, wie schon früher berichtet wurde (Schuberg und Kuhn, 1911, S. 381), *Stomoxys* stets das ganze Jahr hindurch, auch während des Winters, aus Stallmist züchten können. Auch Portschinsky (1910) erwähnt, daß er die Fliege in Rußland

in warmen Wintern selbst im Dezember und Januar gefunden habe. Dem steht natürlich nicht entgegen, daß im Freien die Zahl der Fliegen im Sommer und Frühherbst am größten sein kann.

Nach alledem besteht für uns keinerlei Veranlassung, von dem Standpunkt, der in der Arbeit von Schuberg und Kuhn (1912) eingenommen wurde, irgendwie abzuweichen. Nur auf einen Punkt möchten wir nochmals hinweisen.

Es wurde früher schon erwähnt (a. a. O. S. 229), daß die Möglichkeit einer Infektion von Fliegen an Kadavern in Deutschland erheblich eingeschränkt ist, da die Abhäutung der an Milzbrand gefallenen Tiere verboten und die Vornahme von Sektionen ohne polizeiliche Erlaubnis nur approbierten Tierärzten gestattet ist und da deshalb wohl überhaupt kaum jemals ein Milzbrandkadaver längere Zeit oder gar dauernd liegen bleibt. In anderen Ländern mag dies bei größerer Schwierigkeit der polizeilichen Überwachung oder deshalb, weil vielleicht die Verhältnisse überhaupt eine größere Ursprünglichkeit zeigen, noch öfter vorkommen, z. B. in manchen großen Weidebezirken Süd- und Nordamerikas, in Sibirien u. a. m. Wo dies der Fall ist, da muß aber auch die Möglichkeit der Übertragung des Milzbrandes durch Stechfliegen eine viel größere sein als bei uns. Dazu kommt, daß in solchen Gegenden auch die Fliegen noch in erheblich größeren Mengen auftreten können, als es bei uns je der Fall sein dürfte. Bishopp (1913) berichtet z. B. von einem ganz außerordentlich massenhaften Auftreten der *Stomoxys calcitrans* in Nord-Texas im August 1912, wobei beobachtet wurde, daß an einem einzigen Tiere schätzungsweise etwa 1000 Fliegen zu gleicher Zeit saßen, und wo bei den Milchkühen infolge der Fliegenplage ein Verlust an Milch bis zu 40—60% eingetreten sein soll.

Es ist gewiß kein Zufall und von besonderem Interesse, daß gerade Forscher, die Erfahrungen aus großen Weidebezirken Süd- und Nordamerikas besitzen, — Wolffhügel, Dalrymple — auf Grund dieser eigenen Erfahrungen sich dafür ausgesprochen haben, daß die Ausbreitung des Milzbrandes durch Stechfliegen von Bedeutung sei. Bei uns mag diese Art der Verbreitung der Krankheit, wie früher schon ausgeführt wurde, infolge der Durchführung entsprechender veterinärpolizeilicher Maßregeln stark zurücktreten; es darf aber nicht bezweifelt werden, daß sie auch bei uns noch vorkommt und daß sie auch jetzt noch eine gewisse Bedeutung besitzt.

7. Die Übertragung von Streptokokken durch *Stomoxys calcitrans*.

Die Angaben, daß septische Infektionen im Anschluß an Insektenstiche aufgetreten seien, sind nicht gerade selten, ja die Nachrichten, daß Personen infolge eines Insektenstiches an „Blutvergiftung" erkrankten und starben, gehören sogar zu jenen, die während der Sommermonate in den Tageszeitungen mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederzukehren pflegen. Um so auffallender ist es, daß die Frage der Entstehung septischer Erkrankungen durch Fliegenstiche wissenschaftlich fast gar nicht bearbeitet und experimentell, so viel wir sehen können, überhaupt noch niemals geprüft worden ist. Die Sache liegt hier ganz ähnlich, wie früher für die Übertragung

des Milzbrandes durch Fliegen angeführt wurde (Schuberg und Kuhn, 1912, S. 217 ff.), d. h. es liegt eine Masse von Angaben vor, die die Fliegen als Überträger beschuldigen, aber die allermeisten von ihnen sind wissenschaftlich so gut wie wertlos, weil sie unvollständig sind oder aus anderen Gründen nicht in ausreichender Weise beurteilt werden können. Mit Recht sagt Joseph (1887), daß es sich hier um ein Gebiet handle, „in welchem Tatsachen und Vorstellungen, sichere Beobachtungen und unsichere, zuweilen an Traditionen sich anlehnende Berichte bunt untereinander gewürfelt erscheinen, wodurch selbst unbefangene Forscher zu Trugschlüssen verleitet werden konnten." In vielen Fällen sind die Angaben über die Natur des beschuldigten Insektes ganz unklar, in anderen wieder fehlt eine bakteriologische Untersuchung über die Natur des Erregers der Pyämie. Vollständig in allen Einzelheiten der Anamnese, des Verlaufs und der pathologisch-anatomischen wie bakteriologischen Diagnose, wodurch ja eine gewisse Beweisfähigkeit erreicht würde, ist unseres Wissens kein einziger Fall bekannt geworden.

Joseph (1887) berichtet über drei Fälle, von denen zwei bei Kindern tödlich verliefen, während ein dritter bei einem Erwachsenen in Genesung überging. In allen diesen Fällen wurde ihm „die Fliege, welche beim Stich getötet worden war, als Stubenfliege überbracht und erwies sich als *Stomoxys calcitrans* L." Leider fehlt aber für diese Fälle eine ausreichende bakteriologische Untersuchung. In den beiden zur Sektion gelangten Fällen, wobei jedoch nur die Bauchhöhle berücksichtigt werden konnte, fanden sich Milzanschwellung, metastatische Ablagerungen in der Leber und mehreren Gekrösdrüsen. „In beiden fanden sich weder in den Kapillargefäßen an der Stichstelle, noch an anderen Körperstellen Milzbrandbazillen, wohl aber die gewöhnlichen Mikrobien der Septikämie." Auch das in dem Rüssel der Fliegen enthaltene Blut habe keine Milzbrandbazillen, „wohl aber Spuren anderer Mikrobien" erkennen lassen. Kulturversuche wurden leider nicht angestellt. Mehrmals hat Joseph ferner nach Stichen der Regenbremse *Haematopota pluvialis L.*) „Erysipel am Nacken, einmal am Busen einer Frau gesehen, welche aber stets rasch verschwanden." Auch hier fehlt aber eine bakteriologische Untersuchung.

Gerade umgekehrt verhält es sich bei einem Fall von „Fliegenstichtod durch Pyämie", den Paltauf beschrieben hat (1891). In diesem Falle ist die bakteriologische Diagnose sichergestellt, dagegen die Natur der Fliege unbekannt. Es handelte sich um eine Frau, die am Augenlid von einer „Fliege" gestochen wurde, unter Erscheinungen von schwerem Erysipel und Meningitis erkrankte und nach 48 Stunden verstarb. Der Obduktionsbefund entsprach im allgemeinen dem gewöhnlichen bei pyosepticämischen Prozessen." Bemerkenswert war die sehr rasche Entwicklung metastatischer Herde. „Im Eiter der phlebitischen Abszesse im Schläfenmuskel, im Safte der Lungeninfarkte und beginnenden Abszesse und im Milzsafte fanden sich enorme Mengen von Kokken einzeln oder zu zweien oder in kleinen Gruppen; in der Lunge auch kurze dicke Stäbchen; die Kultur aus allen drei Lokalitäten auf Agar-Agar-Platten ergab *Staphylococcus aureus* in Überzahl, daneben auch *Staphylococcus albus*."

Weitere Fälle, die bakteriologisch genauer untersucht worden wären, sind uns nicht bekannt geworden. Auch Lenhartz führt (1904) nur den Paltaufschen Fall an

und bemerkt skeptisch: „Sehr fraglich erscheint es noch heute, ob solche Infektionen durch Insektenstiche vermittelt werden können."

Die neueste uns bekannt gewordene Äußerung stammt von Zangemeister (1912). Nach seiner Ansicht ist die Gefahr der Infektion mit Streptokokken durch Insekten keine sehr große; indessen beziehen sich seine Angaben wohl nur auf nichtstechende Fliegen, da er ganz allgemein von „Fliegen" spricht. Im allgemeinen sollen diese, selbst wenn sie aus Infektionsräumen stammen, selten mit Streptokokken infiziert sein. „Daß aber gelegentlich eine Übertragung durch Fliegen stattfinden kann, zeigte der Befund einer Reinkultur von Streptokokken an einer Fliege, welche eben an einer an Streptokokkensepsis gestorbenen Maus gesessen hatte." Bei dieser Gelegenheit mag angeführt werden, daß Güssow (vgl. bei Hewitt, 1910, S. 178) bei 2 von 4 eingefangenen Stubenfliegen Staphylokokken fand; von der einen Fliege wurden 9 Kolonien von *St. pyogenes aureus* gezüchtet, von der andern, die an einem Müllkasten eingefangen war, sogar 21 Kolonien. Daß Stubenfliegen imstande sind, die gleiche Kokkenart aus Abszeßeiter zu verschleppen, war schon früher von Buchanan (1907) gezeigt worden. Da es sich indessen auch in diesen Fällen um nichtstechende Fliegen handelt, gehören sie streng genommen nicht hierher.

Unsere Versuche wurden nur mit Streptokokken ausgeführt; von Staphylokokken stand uns zur Zeit unserer Versuche ein genügend sicher tierpathogener Stamm leider nicht zur Verfügung. Der von uns verwendete Streptokokkenstamm, der uns von Herrn Regierungsrat Dr. Ungermann freundlichst überlassen worden war, war für Kaninchen und Mäuse, mit denen wir arbeiteten, sicher pathogen, unter der Voraussetzung, daß er in geeigneter Weise aufbewahrt oder weitergezüchtet wurde. Durch fortlaufende Überimpfungen wurde seine Virulenz so gesteigert, daß eine Maus bei intraperitonealer Impfung von 0,2 ccm einer 24 stündigen 0,5%igen Traubenzucker-bouillon-Kultur in 24 Stunden sicher der Infektion erlag. Erwähnt sei, daß der Stamm sich unter voller Bewahrung seiner Virulenz etwa 2 Monate lang aufbewahren ließ, wenn Herz und Milz im Exsikkator getrocknet und dann im zugeschmolzenen Röhrchen verwahrt wurden.

Die Versuchsanordnung war im wesentlichen die gleiche wie bei den anderen Übertragungsversuchen mit *Stomoxys* (vgl. Schuberg und Kuhn 1911 und 1912, sowie oben S. 492). In den meisten Fällen wurde das als Ausgangsmaterial benutzte Tier kurz vor dem Exitus getötet, Herz und Milz schnell herauspräpariert und hieran nach der mikroskopischen Feststellung, daß Streptokokkeninfektion vorlag, die Fliegen zum Stechen angesetzt. Nach Unterbrechung des Saugaktes ließen wir die Fliegen an Kaninchen weitersaugen, entweder sofort oder in Zeitabständen, die bis zu 2 mal 24 Stunden sich erstreckten. Nur in einer kleineren Reihe von 4 Versuchen (Tabelle 6) wurden die Fliegen an ein lebendes Kaninchen angesetzt, bei dem das Vorhandensein von Streptokokken im Blute durch mikroskopische Untersuchung festgestellt worden war. Als Stichstelle wurde an den Kaninchen stets die Innenseite des rechten Oberschenkels gewählt, die vorher rasiert und gereinigt wurde.

Die Ergebnisse der Versuche sind in den nachstehenden Tabellen 5 und 6 (s. S. 508) zusammengestellt.

Tabelle 5.

Die Fliegen stechen an der Milz einer an Streptokokken-Infektion eingegangenen Maus und saugen weiter am Kaninchen.

Nr. des Kaninchens	Zahl der Fliegen, die stachen an		Zeitraum zwischen der Übertragung	Tod infolge der Infektion nach	Krankheitserscheinungen	Streptokokkenbefund
	Milz	Kaninchen				
1	3	3	2 Minuten	6 Tagen	Stichstelle entzündet, Leistendrüse geschwollen.	+
2	3	1	5 „	7 „	Wie bei Nr. 1.	+
7	6	4	sofort	6 „	Stichstelle entzündet. Ohren stark geschwollen; aus der Schwellung am Ohr werden Streptokokken gezüchtet.	+
8	9	6	5 Minuten	4 „		+
9	5	3	10 „	6 „	Ohne Erscheinungen.	+
10	7	5	15 „	8 „	Desgl.	+
11	5	4	20 „	2 „	Stichstelle entzündet.	+
12	6	4	40 „	6 „	Schwellung an der Stichstelle; Leistendrüse geschwollen.	+
13	5	4	1 Stunde	5 „	Linker Hoden geschwollen.	+
14	6	5	2 Stunden u. 5 Min.	10 „	Stichstelle entzündet.	+
15	8	6	1 Tag	18 „	Langsame Abmagerung.	+
16	8	4	1 „	—	Die Tiere bleiben am Leben.	—
17	8	3	2 Tage	—		—
18	8	3	2 „	—		—

Tabelle 6.

Die Fliegen stechen am lebenden, mit Streptokokken infizierten Kaninchen (Nr. 1) in der Gegend der Stichstelle.

Nr. des Kaninchens	Zahl der Fliegen, die stachen an		Zeitraum zwischen der Übertragung	Tod infolge der Infektion nach	Krankheitserscheinungen	Streptokokkenbefund
	Kaninchen 1	Kaninchen (Impfling)				
3	4	4	sofort	4 Tagen	Schwellung an der Stichstelle.	+
4	4	3	5 Minuten	—	Die Tiere bleiben am Leben; die Fliegen hatten infolge der kalten Witterung schlecht gestochen.	—
5	4	4	10 „	—		—
6	4	1	20 „	—		—

Zunächst sei gleich bemerkt, daß die Fliegen nicht etwa von sich aus pathogene Streptokokken beherbergen. Obwohl ja unsere bisherigen zahlreichen Übertragungsversuche mit *Stomoxys*, bei denen wir niemals Anzeichen davon gefunden haben, dies auch nicht wahrscheinlich machten, könnte man, da die Fliegen aus dem Stallmist gezogen wurden und bis zum Versuche stets im Zuchtkäfig blieben, daran denken, daß sie hierbei irgendwelche Streptokokken aufgenommen haben könnten, die sich

möglicherweise für Tiere als pathogen erweisen[1]). Um volle Sicherheit zu gewinnen und jeden derartigen Einwand auszuschließen, haben wir 2 Kaninchen von je 8 bzw. 9 unmittelbar der Zucht entnommenen Fliegen (14 bzw. 13 mal) stechen lassen. Beide Kaninchen zeigten in den nächsten Tagen nur eine geringe Rötung an den Stichstellen, die allmählich wieder verschwand. Während der 17 Tage dauernden genauen Beobachtung traten keinerlei andere Erscheinungen auf; die Tiere waren noch 2 Monate nach dem Versuche gesund und am Leben. Daraus folgt, daß die Fliegen nicht von sich aus mit Streptokokken behaftet sind.

Im Gegensatz hierzu ließen die infolge der Fliegenstichübertragung an Streptokokken erkrankten Tiere in weitaus den meisten Fällen an der Stichstelle eine Entzündung und Schwellung erkennen, die mitunter schon nach 1 Tag, öfter aber auch erst etwas später sich entwickelte. In mehreren Fällen (Kaninchen 1, 7 und 8) wurde am 3. oder 4. Tage an der Stichstelle eine Glaskapillare steril durch die Haut in die Schwellung eingestoßen. Die in die Kapillare aufsteigende blutig-seröse Flüssigkeit wurde auf $^1/_2$%ige Traubenzuckerbouillon verimpft und ergab stets Reinkultur von Streptokokken. In einem Falle, bei einem weiblichen Tier (Kaninchen 2), war auf der geimpften Seite des Bauches zwei Tage nach der Impfung anscheinend das ganze Lymphgefäßsystem stark entzündet. Stark geschwollene rot-bläuliche Stränge liefen von der Stichstelle aus am Bauche entlang bis zu den Vorderbeinen hin, ein der menschlichen Lymphangitis am Arme ähnliches Bild. Manchmal waren die Leistendrüsen oder der Hoden der betreffenden Seite geschwollen, die Tiere sonderten aus der Nase blutig-seröse Flüssigkeit ab und es kam zu Blutaustritten aus den Ohren. Bei zwei Tieren waren vom 3. Tage ab die Ohren stark geschwollen und zeigten teigige Konsistenz. In beiden Fällen (Kaninchen 7 und 9) wurde aus der Schwellung mit einer Kapillare blutig-seröse Flüssigkeit entnommen und auf Traubenzuckerbouillon verimpft; die mikroskopische Untersuchung am folgenden Tage ergab Reinkultur von Streptokokken. In einem weiteren Falle entstand ein Senkungsabszeß am Kniegelenk, aus dessen Eiter ebenfalls Streptokokken-Reinkulturen gezüchtet wurden.

Der Befund bei der Sektion war stets der gleiche: blau verfärbte, etwas weiche Leber, stark vergrößerte, bläulich schimmernde Milz, blasse Niere; Herzblut flüssig und schwarzrot, auch wenn das Kaninchen bereits über Nacht gestorben war; in einzelnen Fällen Peritonitis. Im Herzblut und in der Milz fanden sich in jedem Fall bei der mikroskopischen Untersuchung Streptokokken und die aus dem Herzblut angelegten Kulturen ergaben stets Reinkulturen derselben. Mit Herzblut intraperitoneal geimpfte Mäuse starben wiederum innerhalb von längstens 24 Stunden, so daß die Diagnose „Tod an Streptokokkeninfektion" bei jedem Tier völlig gesichert war.

Die Versuche zeigen, daß die Übertragung der Streptokokken nicht nur bei sofortigem Weitersaugen der Fliegen (Versuch 3 und 7), sondern auch bei Pausen von 2 Minuten bis zu einem vollen Tage gelingt.

Es wurden Versuche angestellt mit Pausen von: 2 Min., 5 Min., 10 Min., 20 Min.,

[1]) Über das Vorkommen von Streptokokken in Faeces von Pferden, Kühen und Menschen, vgl. z. B. Winslow und Palmer (1910) und Fuller und Armstrong (1913).

40 Min., 1 Stunde, 2 Stunden 5 Min., 1 Tag, 2 Tage. Von diesen gelangen bei Übertragung von der Milz toter Tiere alle Versuche mit Pausen bis einschließlich 2 Stunden 5 Minuten. Alle bei diesen Versuchen gestochenen Versuchstiere erkrankten nicht nur, sondern erlagen der Infektion innerhalb 2 bis 10 Tagen. Bei zwei Versuchen mit Pausen von 1 Tag erfolgte einmal eine Infektion, die nach 18 Tagen zum Tode führte. Zwei Versuche mit 2tägiger Pause waren ohne Erfolg.

Bemerkenswert ist, daß in einem Versuche — bei 5 Minuten Pause — die Infektion auf einen einzigen Fliegenstich hin erfolgte (Versuch 2)[1].

Bei den beiden Versuchen, die — unter den erfolgreichen — mit den längsten Zwischenräumen angestellt waren (Versuch 14: 2 Stunden 5 Min.; Versuch 15: 1 Tag), verlief die Erkrankung am langsamsten (10 bezw. 18 Tage). Das Kaninchen, das erst nach 1 Tag Pause gestochen worden war, ließ klinisch nur eine langsame Abmagerung erkennen. Nur der gleiche Sektionsbefund wie bei den andern Versuchen und die Züchtung virulenter Streptokokken aus Herzblut und Milz sicherten auch in diesem Falle die Diagnose.

Von den 4 Versuchen, bei denen die Fliegen an einem lebenden Tier infiziert wurden, war nur 1 erfolgreich (vergl. Tabelle 6, s. S. 508). In diesem Falle wurden die Fliegen zuerst an das schon als infiziert erkannte Kaninchen 1 (10 Stunden vor dessen Tode) angesetzt, und zwar an der Stelle, wo dieses Tier selbst durch Stiche infiziert worden war. Das Kaninchen, bei dem die Übertragung gelang, starb nach 4 Tagen unter den üblichen Erscheinungen. Nicht unerwähnt darf bleiben — was für den mangelnden Erfolg der übrigen gleichzeitigen Versuche vielleicht von Bedeutung ist — daß die Fliegen an dem betreffenden Tage infolge der herrschenden kalten Witterung sehr schlecht stachen.

Als Ergebnis unserer Versuche muß betrachtet werden, daß die Infektion mit Streptokokken durch Stiche von *Stomoxys* als sehr leicht möglich zu bezeichnen ist, wenn die Fliegen kurz zuvor oder innerhalb eines Tages vorher für die gestochene Tierart pathogene Streptokokken aufgenommen haben.

Wir glauben, daß dieser Satz auf die für den Menschen pathogenen Streptokokken ohne weiteres übertragen werden darf, auch wenn sich der experimentelle Beweis am Menschen mit Rücksicht auf die Gefährlichkeit eines entsprechenden Versuches nicht wird erbringen lassen.

Voraussetzung dafür, daß der Stich einer *Stomoxys* zu einer Infektion mit Streptokokken führt, wird in der Regel sein, daß die Fliege selbst Gelegenheit gehabt hat, infiziert zu werden. Außerdem kommt allerdings auch die Möglichkeit in Betracht, daß die Fliege, ohne selbst vorher infiziert gewesen zu sein, nur die Verletzung bewirkt, durch welche etwa auf der Haut schon vorhandene Keime in die zu ihrer Entwicklung notwendige Schicht gelangen, sei es, daß sie durch den Stich selbst in

[1]) Es sei hier daran erinnert, daß es auch bei Rekurrens in 1 Fall und bei Milzbrand in 2 Fällen gelungen war, durch einen einzigen Stich von *Stomoxys* Infektionen zu erzielen (vergl. Schuberg und Kuhn, 1911, S. 388 und 1912, S. 227).

die Tiefe gebracht oder daß sie nachträglich in den Stichkanal eingerieben werden. Wir wissen ja, daß auch durch andere kleine, oft sehr unbedeutende Schrunden, Stich-, Riß- und Quetschwunden eine Infektion mit Streptokokken herbeigeführt werden kann.

Bei unseren Versuchen handelte es sich nicht um solche Fälle, sondern die Fliegen selbst waren durch vorheriges Saugen an infizierten Leichenteilen oder an infizierten lebenden Tieren mit Streptokokken behaftet worden. Die Möglichkeit hierzu wird auch unter natürlichen Verhältnissen öfter gegeben sein. Es ist ferner auch nicht ausgeschlossen, daß *Stomoxys* an frischem Eiter saugt, vielleicht auch an tuberkulösem Sputum, das ja sehr häufig virulente Streptokokken enthält. Hierüber liegen bis jetzt Beobachtungen nicht vor. Daß Stubenfliegen und andere nicht stechende Fliegen an Eiter und Sputum saugen, kann häufig beobachtet werden; daß sie von Eiter Staphylokokken und Streptokokken verschleppen können, ist, wie schon oben erwähnt, von Buchanan und von Zangemeister bewiesen worden.

Aber auch darüber, wie weit die durch Insektenstiche verursachten Pyämien durch Streptokokken hervorgerufen werden, finden sich in der Literatur keine Angaben. Dem klinischen Verlaufe nach darf allerdings wohl ein Teil derselben auf Streptokokken zurückgeführt werden. Immerhin wäre es wohl von Wert, wenn solche Fälle öfter bakteriologisch untersucht würden. Ein anderer Teil ist ja sicher durch Staphylokokken bedingt; so war der einzige uns aus der Literatur bekannt gewordene Fall, der bakteriologisch untersucht wurde, der von Paltauf beschriebene (s. oben S. 506), eine Staphylokokkeninfektion[1]). Leider haben wir bis jetzt keine Gelegenheit gehabt, mit Staphylokokken zu arbeiten. Wir zweifeln aber nicht daran, daß die experimentelle Infektion durch *Stomoxys* auch bei ihnen gelingen wird.

Pyämien infolge von Insektenstichen scheinen ja nach den darüber immer wieder auftauchenden Nachrichten, wenn auch nicht allzu selten, so doch immerhin stets nur in vereinzelten Fällen vorzukommen. Wenn, wie wir glauben, die Infektion in der Regel durch infizierte Fliegen und nicht durch nachträgliche Verunreinigung des Stiches zustande kommt, so ist dieses vereinzelte Auftreten wohl erklärlich, da die Bedingungen für die Infektion eben nicht in allzu großer Häufigkeit gegeben sein werden. Bei dem bisherigen Mangel jeglicher experimenteller Prüfung der Möglichkeit der pyämischen Infektionen durch Insektenstiche dürften aber unsere Versuche trotzdem auf Beachtung rechnen dürfen.

Literatur.

Austen, E. E., Illustrations of Britisch Blood-Sucking Flies. London 1906.

Bishopp, F. C., The Stable Fly (*Stomoxys calcitrans* L.), an important live-stock pest. In: Journ. Econ. Entom. VI. No. 1. Febr. 1913.

Bongert, J., Bakteriologische Diagnostik etc. für Tierärzte und Studierende der Veterinärmedizin. 3. Aufl., Leipzig, 1912.

Buchanan, R. M., The carriage of Infection by flies. In: The Lancet 1907, Vol. II. July 27.

---

[1]) Lenhartz, der den Paltaufschen Fall auch erwähnt (a. a. O. S. 114), spricht, wohl infolge eines Versehens, von „*Streptococcus pyogenes aureus* und *albus*“.

Burkhardt, Ergebnis der Statistik über Milzbrandfälle unter Menschen im Deutschen Reiche für das Jahr 1911. In: Med.-statist. Mitteil. a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 16. Band, 1913.

Dalrymple, W. H., Anthrax and Tick Fever. In: American Veterinary Review, Vol. XL, 1911/12.

Fuller, C. A., and Armstrong, V. A., The differentiation of fecal Streptococci by their fermentative reactions in Carbohydrate Media. In: Journ. of Infect. Dis. Vol. 13, No. 3. Nov. 1913.

Graham-Smith, G. S., Further Observations on the Ways in which Artificially Infected Flies *(Musca domestica* and *Calliphora erythrocephala)* carry and distribute pathogenic and other Bacteria. In: Reports to the Local Government Board on Public Health and Medical Subjects. New Ser. No. 53. London 1911.

Hewitt, C. G., The House Fly, *Musca domestica* L. A Study of its Structure, Development, Bionomics and Economy. Manchester 1910.

Hutyra, F. und Marek, J., Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere. 3. Aufl., Band 1. Jena 1910.

Jahresbericht über die Verbreitung von Tierseuchen im Deutschen Reiche. Bearbeitet im Kaiserl. Gesundheitsamte zu Berlin. 17. bis 26. Jahrgang. Das Jahr 1902 — Das Jahr 1911. Berlin 1903—12.

Joseph, G., Über Fliegen als Schädlinge und Parasiten des Menschen. In: Deutsche Medizinalzeitung, Jahrg. 1887, Nr. 65.

Lenhartz, H., Die septischen Erkrankungen (Nothnagel, Spezielle Pathologie und Therapie, III. Band, II. Teil), Wien 1904.

Lennis-Ludwig, Synopsis der Tierkunde. 3. Aufl., 2. Band, Hannover 1886.

Paltauf, R., Fliegenstich-Tod durch Pyämie nach achtundvierzig Stunden. In: Wiener Klinische Wochenschrift, IV. Jahrg. 1891.

Portschinsky, I. A., *Stomoxys calcitrans*; its biology in relation to that of other coprophagous flies. In: Memoirs of the Bureau of Entomology of the Scientific Committee of the Central Board of Land Administration and Agriculture VIII., No. 8. St. Petersburg 1910 (Referat in: The Review of Applied Entomology Ser. B. Vol. 1. 1913).

Schuberg, A. und Kuhn, Ph., Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten. I. Teil. In: Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Band XXXI, Heft 2, 1912.

Dieselben, II. Teil. In: Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, Band XL, Heft 2, 1912.

Schuberg, A. und Böing, W., Weitere Untersuchungen über die Übertragung von Krankheitserregern durch einheimische Stechfliegen. In: Centralbl. f. Bakteriol. etc. I. Abt. Referate, Band LVII, Beiheft, 1913.

Sobernheim, G., Milzbrand. In: Kolle, W., und Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, 2. Aufl., 3. Band, Jena 1913.

Stockman, St., The Epizootiology of Anthrax. In: The Journal of Comparat. Pathology and Therapeutics. Vol. XXIV, Nr. 2, 1911.

Winslow, C.-E. A., and Palmer, G. T., A comparative study of intestinal Streptococci from the horse, the cow and man. In: Journal of Infect. Dis. Vol. 7. 1910.

Wolffhügel, K., Los insectos parásitos de los animales domésticos en la República Argentina. In: Revista de Medicina Veterinaria de la Escuela de Montevideo, 1911.

Zangemeister, Zur Frage der Wundinfektion. In: Münchener Med. Wochenschrift, LIX. Jahrg. 1912.

Ein neues Verfahren zum Nachweis spezifischer Bakterien in größeren Wassermengen.

Von

Dr. Arno Müller,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel VI.)

Die Veranlassung zur Ausführung der vorliegenden Arbeit gab eine in Aussicht stehende Untersuchung von Tiefbrunnenwasser auf das Vorhandensein von Bacillus prodigiosus-Keimen, die in der Umgebung des Brunnens dem Boden zwecks Ermittelung seiner Durchlässigkeit für Bakterien infiltriert werden sollten.

Ditthorn und Luerssen[1]), die derartige Versuche an Tiefbrunnen der Berliner Wasserwerke von Tegel und Friedrichshagen durchführten, entnahmen zum Prodigiosusnachweis zunächst zweimal, später einmal täglich 100 ccm Wasser. Hiervon wurden 10 ccm zum Guß von sechs Gelatineplatten benutzt, 1 ccm wurde auf 1—2 große Agarplatten von 20 cm Durchmesser ausgestrichen, der Rest mit 10 ccm Bouillon vermischt und zur Anreicherung des B. prodigiosus 24 Stunden im Brutschrank bei 37° gehalten. Von diesem Bouillon-Wassergemisch wurde dann auf zwei große Agarplatten je ein Tropfen ausgestrichen. Der Rest wurde weiterhin bei Zimmertemperatur aufgehoben, um nötigenfalls noch einmal untersucht zu werden. Die angelegten Gelatine- und Agarplatten wurden nach einer mehrtägigen Bebrütung bei 22° untersucht.

Ditthorn und Luerssen verarbeiteten also unmittelbar nur etwa 11 ccm. Von dem bei 37° angereicherten Wasser konnten sie, wahrscheinlich infolge des hohen Gesamtkeimgehaltes, nur etwa $^1/_{10}$ ccm auf zwei große Platten bringen. Die Aussicht, hierin B. prodigiosus zu finden, wird um so geringer sein, je größer unter sonst gleichen Bedingungen der natürliche Gehalt des Wassers an anderen Keimen ist. Da außerdem zur Anreicherung ein Laboratorium mit Brutschrank unbedingt erforderlich ist, so mußte im vorliegenden Fall von der Anwendung dieses Verfahrens abgesehen und nach einem solchen gesucht werden, das die unmittelbare Verarbeitung größerer Wassermengen gestattet.

---

[1]) Untersuchungen über die Durchlässigkeit des Bodens für Bakterien, ausgeführt in den Bezirken der Berliner Wasserwerke von Tegel und Friedrichshagen (Müggelsee). Gesundheits-Ingenieur, 1909, 32, 681.

Das Marmannsche[1]) Verdunstungsverfahren war insofern ungeeignet, als die Verdunstung größerer Flüssigkeitsmengen viel Zeit beansprucht. Selbst bei Anwendung einer Lufttemperatur von 50° C sind nach Öttinger[2]) zum Verdunsten von 10 ccm Wasser 35—55 Minuten erforderlich. Auch durch Benutzung eines elektrischen Ventilators mit Wärmvorrichtung, eines sog. „Foenapparates", ließ sich, wie durch eigene Versuche ermittelt wurde, eine wesentliche Beschleunigung der Verdunstung nicht erreichen.

Die zuerst von Vallet[3]) angegebene, von Schüder[4]), Ficker[5]), O. Müller[6]) und Feistmantel[7]) weiter ausgebaute und abgeänderte Methode, die Bakterien mit Hilfe von Chemikalien aus dem Wasser auszufällen und das wiedergelöste Sediment auf Platten zu verarbeiten, hat abgesehen davon, daß immer nur ein gewisser Prozentsatz der vorhandenen Keime ausgefällt wird, den Nachteil, daß entweder nur ein kleiner Bruchteil des Niederschlages auf Platten ausgestrichen wird oder aber, wenn die ganze Masse verarbeitet werden soll, die benötigte Plattenzahl derartig groß wird, daß schon allein aus diesem Grunde das Verfahren für Untersuchungen außerhalb eines Laboratoriums zu umständlich ist.

Es blieb schließlich nur noch das Filtrationsverfahren von Hesse[8]) übrig, mit dessen Hilfe es nach Angaben Hesses möglich ist, die Bakterien aus beliebig großen Wassermengen in einem kleinen Wasservolumen zu konzentrieren und im Mittel etwa 93 % der Aussaat wiederzufinden. Bezüglich der Technik muß auf die Arbeiten Hesses verwiesen werden, in denen auch die Literatur über ähnliche ältere Versuche, die aber nicht zu einer praktisch brauchbaren Methode führten, angegeben ist.

Ficker[9]), der das Verfahren Hesses einer eingehenden Nachprüfung unterzogen hat, kommt zu dem Schluß, daß die Filtrationsmethode in bestimmten Fällen, wenn

---

[1]) Bericht über die Tätigkeit des bakteriologischen Untersuchungsamtes zu Göttingen im Jahre 1907/08. Hygenische Rundschau, 1908, 1013.

Ein neues Verfahren zum quantitativen Nachweis des B. coli im Wasser. Zentralbl. f. Bakteriologie, I. Abtlg., Orig., 1909, 50, 267.

[2]) Die bakteriologische Kontrolle von Sandfilteranlagen. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., 1912, 71, 1.

[3]) Une nouvelle technique pour la recherche du bacille typhique dans les eaux de boissons. Arch. de médecine expér. et d'anatom. pathol. Juillet 1901.

[4]) Zum Nachweis der Typhusbakterien im Wasser. Zeitschr. f. Hygenie 42, 317.

[5]) Über den Nachweis von Typhusbazillen im Wasser durch Fällung mit Eisensulfat. Hygienische Rundschau, 14, 7.

[6]) Über den Nachweis von Typhusbazillen im Trinkwasser mittels chemischer Fällungsmethoden, insbesondere durch Fällnng mit Eisenoxychlorid. Zeitschr. f. Hygiene 51, 1.

[7]) Trinkwasser und Infektionskrankheiten. Leipzig, 1914.

[8]) Das Berkefeldfilter zum Nachweis von Bakterien im Wasser. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., 1911, 69, 522.

Weitere Versuche über den Bakteriennachweis mit dem Berkefeldfilter. Ebenda 1912, 70, 311.

Die Bakteriologische Wasseruntersuchnng mit Hilfe des Armee-Berkefeldfilters. Deutsche Militärärztliche Zeitschrift 1912, 41, 241.

Die Methoden der bakteriologischen Wasseruntersuchnng unter besonderer Berücksichtigung des Nachweises mit dem Berkefeldfilter. Arch. f. Hyg. 1913, 80, 11.

[9]) Zur bakteriologischen Wasseruntersuchung. I. Mitteilung. Der Nachweis von Bakterien durch das Berkefeldfilter. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., 1913, 75, 147.

sehr große Volumina keimarmen Wassers zu verarbeiten sind, Erleichterung bringen kann. Gleichzeitig macht er aber darauf aufmerksam, daß das Verfahren nicht ganz so leicht zu handhaben ist, wie man beim Lesen der Arbeiten Hesses annehmen könnte. So gelang es Ficker trotz einiger Vorversuche zwecks Einübung der Technik nur etwa 74 % der Aussaat wiederzufinden. Jedenfalls muß, wie Hesse[1]) dann ja auch selbst zugegeben hat, die in mancher Hinsicht etwas empfindliche Technik bis zur vollständigen Beherrschung erlernt werden, um die von ihm erzielten günstigen Resultate zu erhalten; denn es ist nach Hesse eine Reihe von Momenten zu beobachten, deren Versäumnis zu ungünstigen Ergebnissen führen kann. „Eine geringe Störung der Apparatur, ein fehlerhaftes Ventil in der Pumpe wird hierbei besonders leicht große Enttäuschungen bereiten."

Diese empfindliche Technik, die Notwendigkeit eines Brutschrankes zum Trocknen der Agarplatten und die in der Hand eines weniger Geübten immerhin etwas unsicheren Ergebnisse ließen den Wunsch nach einem einfacheren, speziell für den Prodigiosusnachweis geeigneten Untersuchungsverfahren entstehen. Ein derartiges Verfahren glaube ich in dem nachstehend beschriebenen gefunden zu haben. Das Verfahren ist dadurch charakterisiert, daß das zu untersuchende Wasser von einer Gipsplatte aufgesogen wird, während die in dem Wasser vorhandenen Bakterien auf der Plattenoberfläche quantitativ zurückgehalten werden und dort nach Zusatz von Nährlösung zu Kolonien auswachsen.

Nach Angaben Omelianskis[2]) zur Kultur von Nitrat- und Nitritbildnern hergestellte Gipsplättchen gaben die Veranlassung, dieses Substrat mit Aufschwemmungen von B. prodigiosus auf seine Fähigkeit zu prüfen, die Bakterien auf der Oberfläche quantitativ zurückzuhalten. Da die ersten Versuche ermutigend ausfielen, so wurde zunächst die Herstellung von Gipsplatten angestrebt, die bei genügender Dichte die Eigenschaft besaßen, eine größere Wassermenge in kurzer Zeit aufzusaugen. Nach vielen vergeblichen Bemühungen wurden schließlich Platten erhalten, die den gestellten Anforderungen annähernd entsprachen. Sie werden in folgender Weise hergestellt.

Anfertigung der Gipsplatten.

100 g Calcium sulfuricum ustum extrafein (Alabastergips)[3]), mittels eines Reibepolsters durch ein Sieb aus Seidengaze Nr. 16 gesiebt, werden nach Zusatz von 1 g ebenso gesiebten Magnesiumcarbonates in einer Porzellankasserolle durchmischt und mit 100 ccm kochend heißem destillierten Wasser, dem 0,8 ccm einer 5 %igen Tischlerleimlösung zugesetzt sind, zu einem dünnen Brei verrührt, der in die später beschriebenen Formen gegossen wird.

Es mag gleich hier erwähnt werden, daß man auch Platten aus ungesiebtem Gips verwenden kann, doch fallen diese weniger gleichmäßig aus und besitzen, was sich allerdings erst später bei den Filtrationsversuchen herausstellte, eine geringere Dichte.

---

[1]) Bemerkungen zu den Ausführungen M. Fickers über den Nachweis von Bakterien durch das Berkefeldfilter. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh., 1913, 76, 185.

[2]) Über die Isolierung der Nitrifikationsmikroben aus dem Erdboden. Zentralbl. f. Bakteriologie, II. Abtlg., 1899, 5, 652.

[3]) 10 kg Alabastergips kosten 2,50 Mk.

Den Tischlerleim weicht man in kaltem destillierten Wasser zweckmäßig zuvor ein. Er läßt sich dann unmittelbar vor dem Gebrauch durch Eintauchen des Kölbchens in heißes Wasser schnell lösen. Die Konzentration der Leimlösung ist genau einzuhalten. Die erforderliche Leimmenge wird in einen, durch Eingießen kochenden destillierten Wassers vorgewärmten Meßcylinder gegeben und mit kochendem destillierten Wasser auf 100 ccm aufgefüllt. Mit 60—70 ccm dieses Gemisches wird die Gipsmasse zunächst zu einem dicklichen Brei angerührt, der dann nach Zugabe des Wasserrestes unter vorsichtigem Umrühren, um Blasenbildung möglichst zu vermeiden, gleichmäßig verdünnt wird. Die heiße, dünnflüssige Masse wird nun langsam in die Mitte der Form gegossen, so daß der Brei von hier aus nach den Rändern fließt. Nachdem die letzten Gipsreste am bequemsten mit dem Zeigefinger aus der Kasserolle herausgestrichen sind, wird die Masse mittels eines Glasstabes in der Form gleichmäßig verteilt.

Das heiße Anrühren und Ausgießen des Gipses hat den Zweck, die Luft aus demselben möglichst zu verdrängen und beim Ausgießen das Aufsteigen der noch vorhandenen Luftbläschen an die Oberfläche zu begünstigen.

Durch den Zusatz des Magnesiumcarbonats wird eine besonders glatte Plattenoberfläche erzielt.

Die Formen wurden anfangs aus Streifen von Aktendeckeln hergestellt, deren Breite der Dicke der Platten entsprach. Nach erfolgter Einfettung mittels eines aus gleichen Teilen Petroläther und Paraffinum liquidum bestehenden Gemischs wurden die Streifen kreisförmig zusammengebogen und ihre beiden übereinandergreifenden Enden durch einen Stift, wie er zum Verschließen von Drucksachen benutzt wird, zusammengeklammert.



Fig. 1.

Später ließ ich Formen aus 4 mm dicken Messingstreifen anfertigen, wie sie Textfigur Nr. 1 veranschaulicht. Das Schließen dieser Formen wird dadurch bewirkt, daß nach dem Zusammendrücken des Ringes der Stift (s) durch die 3 ineinandergreifenden Ösen geschoben wird. Auch diese Formen werden vor dem Gebrauch leicht eingefettet und dann auf eine Spiegelglasplatte gelegt; die aus Papier gefertigten müssen leicht angedrückt werden, damit ihr unterer Rand der Glasplatte dicht aufliegt.

Die Größe und Dicke der Platten muß dem Wasservolumen, das untersucht werden soll, angepaßt werden. Es ist aber darauf zu achten, daß der Durchmesser der Platte $^1/_2$—1 cm kleiner ist als der der Doppelschale, in die sie gelegt werden soll, damit der Rand der Gipsplatte beim Beimpfen nicht unmittelbar den Schalenrand berührt. Um 2 Platten von 8 cm Durchmesser und etwa 1,2 cm Dicke zu gießen, die je 20—25 ccm Wasser aufzunehmen vermögen, genügen 100 g Gips. Die größte von mir auf eine Platte verarbeitete Wassermenge betrug 100 ccm. Eine derartige Platte hatte bei einer Dicke von 1,2 cm einen Durchmesser von 16 cm. Zu ihrer Herstellung sind 200 g Gips erforderlich.

In etwa $^3/_4$ Stunden erstarrt der Gipsbrei. Das zunächst am Rande der Form ausgepreßte Wasser wird nach dem Erhärten von der Platte schnell aufgenommen,

man läßt diese jetzt noch einige Zeit zum Abtrocknen liegen, hebt sie dann mitsamt der Form von der Glasplatte ab und entfernt den Papierstreifen oder öffnet die Metallform, die etwas aufspringt, so daß die Gipsplatte leicht herauszunehmen ist.

Die Platten werden nun bei etwa 95° C im Trockenschrank getrocknet, was mehrere Stunden in Anspruch nimmt. Die Dauer des Trocknens wird erheblich durch die Anzahl der in den Schrank gebrachten Platten beeinflußt. Der Gips verliert beim Trocknen den größten Teil des zugesetzten Wassers. Vollständig dürfen die Gipsplatten jedoch nicht ausgetrocknet werden, da sie dann brüchig werden und beim Befeuchten leicht ihre glatte Oberfläche verlieren. 100 g verarbeiteter Gips ergeben trockene Platten im Gewicht von etwa 112 g. Die getrockneten Platten werden in Petri- oder Drigalski-Schalen gelegt und können nun zum Gebrauch aufgehoben werden. Sie besitzen eine spiegelnde Oberfläche und lassen unter dem Mikroskop eine dichte kristallinische Struktur erkennen[1]).

Das Beimpfen der Gipsplatten.

Das Aufbringen des Wassers auf die Gipsplatten erfolgt in der Weise, daß man nach Abheben des Deckels der Doppelschale das in einem Erlenmeyerkölbchen abgemessene, der Aufnahmefähigkeit der Platte entsprechende Wasserquantum[2]) auf diese unter möglichst gleichmäßiger Benetzung der ganzen Oberfläche gießt und, noch ehe das letzte Wasser aufgesogen ist, die in einem Reagenzglas bezw. Kölbchen vorrätig gehaltene 4 fache neutrale Nährbouillon (3 kg Rindfleisch, 40 g Pepton, 20 g Kochsalz geben 1 l Bouillon) in einer solchen Menge zugibt, daß Wasser + Bouillon etwa einer normalen Bouillon im Nährwert entsprechen (auf 25 ccm Wasser wurden 8 ccm Bouillon, auf 100 ccm 30 ccm Bouillon gegeben). Wie durch Versuche festgestellt wurde ist übrigens auf die Entwicklung der Kolonien von B. prodigiosus ein etwas größerer oder geringerer Bouillonzusatz ohne wesentlichen Einfluß.

Um die gleichmäßige Verteilung des Wassers und der Bouillon zu erleichtern, ist es empfehlenswert, die Untersatzschale mit der Platte in die linke Hand zu nehmen, um so die Schale je nach Bedürfnis etwas neigen zu können. Ein Überfließen des Wassers über den Rand der Platte ist infolge der starken Adhäsion zwischen Gips und Wasser nicht zu befürchten.

Das Aufsaugen von 100 ccm Wasser und 30 ccm Bouillon erfolgt in 1 bis 1½ Minute.

Das Wachstum auf den Gipsplatten.

Nach 48 stündigem Wachstum bei Zimmertemperatur beginnen die Prodigiosus-Kolonien als kleine leuchtend rote Punkte für das bloße Auge sichtbar zu werden. Es ist aber empfehlenswert, die Zählung erst nach 60—70 Stunden vorzunehmen, da nach 48 Stunden noch nicht alle Kolonien deutlich gerötet sind. Bei Gegenwart einer größeren Zahl anderer Wasserkeime erreichen die Kolonien von B. prodigiosus nicht die Größe wie in Reinkulturen, und auch in diesen erfolgt die weitere Ent-

[1]) Die oben beschriebenen Gipsplatten sind von der Firma Paul Altmann, Berlin Luisenstraße 47, unter der Bezeichnung „Kulturplatten nach Dr. Arno Müller“ zu beziehen.

[2]) In unserem Falle 25 ccm für eine Platte von 8 cm Durchmesser und 1,2 cm Dicke (Petrischale), 100 ccm für eine gleich dicke Platte von 16 cm Durchmesser (Drigalskischale).

wicklung ziemlich langsam. Da aber die nicht farbstoffbildenden Kolonien auf der weißen Gipsplatte innerhalb der ersten 72 Stunden nur wenig sichtbar werden, zumal wenn man nach der Vorschrift die Bouillon zuletzt auf die Platte gießt und nicht mit dem Wasser mischt, heben sich die Prodigiosuskolonien trotz ihrer Kleinheit namentlich bei Lupenbetrachtung sehr gut ab.

Fig. 1 der Tafel zeigt auf der linken Hälfte einen Teil einer Platte, die mit 100 ccm einer mit Spreewasser verunreinigten Prodigiosus-Aufschwemmung beimpft war, nach 72 stündigem Wachstum, auf ihrer rechten einen Teil einer mit Reinkultur von B. prodigiosus angelegten Platte nach 96 stündigem Wachstum in natürlicher Größe. Diese, sowie die übrigen Abbildungen der Tafel und die Textfiguren sind nach Photogrammen des Technischen Rates im Kaiserl. Gesundheitsamte Dr. Heise[1]) angefertigt worden.

Eine wesentliche Begünstigung des Wachstums der Prodigiosuskeime läßt sich dadurch erzielen, daß man über die fertige Platte eine nicht zu dicke Schicht von 1 %igem neutralem Bouillonagar gießt. Der Agar wird noch zum großen Teil von der Platte aufgesogen und die dünne, auf der Oberfläche erstarrende Schicht trocknet innerhalb 72 Stunden auch fast völlig ein. Die Agarschicht ermöglicht das Herauswachsen der Kolonien aus der Plattenoberfläche, so daß sie als leuchtend rote Tröpfchen erscheinen. Auch die Wasserkeime wachsen unter diesen Bedingungen zu erhabenen, scharf umschriebenen, aber immerhin wenig sichtbaren Kolonien heran. Fig. 2 der Tafel zeigt in dreifacher Vergrößerung einen Teil einer solchen Platte, die mit einem Gemisch von Spreewasser mit einer Aufschwemmung von B. prodigiosus beimpft worden war, nach 96 stündigem Wachstum bei Zimmertemperatur.

Der Nachweis von B. prodigiosus in natürlichen Wässern wird um so schwieriger sein, je größer die Zahl der anderen Bakterien ist. Für keimreiche Wässer ist es daher vorteilhaft, recht große Platten von geringerer Dicke zu verwenden, so daß die von der Flächeneinheit aufgenommene Wassermenge möglichst niedrig gehalten wird. Von einem verdünnten Spreewasser, das in 1 ccm 275 Keime enthielt, konnten auf eine Platte von 16 cm Durchmesser 100 ccm gegossen werden, ohne die Entwickelung des B. prodigiosus zu verhindern.

Auszug aus den Versuchsprotokollen.

Nachfolgende Auszüge aus den Versuchsprotokollen mögen zum Beweis dafür dienen, daß nach der beschriebenen Methode angelegte Gipsplatten tatsächlich an ihrer Oberfläche die Keime quantitativ zurückhalten.

Zu sämtlichen Versuchen wurden ausschließlich Aufschwemmungen von B. prodigiosus-Reinkulturen in sterilem Leitungswasser benutzt. Physiologische Kochsalzlösung wurde absichtlich nicht verwendet, da durch das Kochsalz ein Erweichen der Gipsoberfläche befürchtet wurde. Die Ergebnisse sind der besseren Übersicht halber tabellarisch zusammengestellt.

---

[1]) Herrn Technischen Rat Dr. Heise danke ich auch an dieser Stelle bestens für die photographischen Aufnahmen.

Tabelle 1.

Tag des Versuchs	Anzahl der zu Gelatine- bezw. Agar-platten verarbeiteten ccm Aufschwemmung	Gesamtkeimzahl	Durchschnittlicher Keimgehalt in 1 ccm[1]) der Aufschwemmung	Anzahl der zu Gipsplatten verarbeiteten ccm Aufschwemmung	Gesamtkeimzahl	Durchschnittlicher Keimgehalt in 1 ccm[1]) der Aufschwemmung
5. 7. 13	6	122	20	40	781	20
11. 7. 13	8	162	20	31	665	21
31. 7. 13	7	7	1	80	80	1
17.11. 13	12	154	13	230	3030	13
6. 2. 14	12	32	3	180	618	3

Die Anwendung des Gipsplattenverfahrens zum Nachweis von Bacterium coli.

Nachdem sich, wie ein Vergleich der in Tabelle 1 in den Gelatinegußplatten und auf den Gipsplatten erhaltenen Keimzahlen ergibt, die Brauchbarkeit der Gipsplatten zum Nachweis von Prodigiosuskeimen erwiesen hatte, lag es nahe, diese Methode auch zum Auffinden anderer, im Wasser vereinzelt vorkommender spezifischer Keime zu benutzen. Zunächst wurde versucht, das bei der Beurteilung eines Trinkwassers eine gewisse Rolle spielende Bact. coli zu isolieren. Nach vielen Versuchen hat sich folgende Art der Plattenbeimpfung als die für diesen Zweck vorteilhafteste herausgestellt. Zu 100 ccm der auf Seite 517 beschriebenen 4fachen Bouillon, der man zweckmäßig noch 1 % Tropon zusetzt, dessen ungelöster Rest abfiltriert werden muß, werden nach genauer Neutralisation zugesetzt:

3 ccm 10 %ige Lösung von kristallisierter Soda,
3 g chemisch reiner Milchzucker,
1,5 ccm filtrierte alkoholische Fuchsinlösung (Rosanilinhydrochlorid),
7,5 ccm frisch bereitete 10 %ige Natriumsulfitlösung.

Nach etwa 10 Minuten langer Sterilisation ist die Lösung gebrauchsfertig. 1 Teil dieser 3fachen „Endobouillon“ wird 2 Teilen des zu untersuchenden Wassers unter möglichster Vermeidung von Schaumbildung zugesetzt und das Gemisch auf die Gipsplatte gegossen. Zweckmäßig wird bei Herstellung der für den Kolinachweis bestimmten Platten das Magnesiumcarbonat fortgelassen, da die Rotfärbung der Kolikolonien durch das Carbonat etwas beeinträchtigt wird.

Aufschwemmungen von Kolireinkulturen wachsen auf derartigen Platten bei 37° innerhalb 20—24 Stunden zu schön geröteten Kolonien aus, die nach 48 Stunden auch teilweise Fuchsinglanz zeigen. Versuche, auf diese Weise Bact. coli im Spreewasser nachzuweisen schlugen aber fehl. Um hier ein üppiges Wachstum und kräftige Rötung der Kolikolonien zu erhalten, muß man über die Gipsplatte noch eine nicht

[1]) Der durchschnittliche Keimgehalt ist auf ganze Zahlen abgerundet.

zu dicke Schicht eines 1,5 %igen Endoagars, der mit Ausnahme des geringeren Agargehaltes sich in keiner Weise vom gewöhnlichen Endoagar unterscheidet, herübergießen. Nach 20stündigem Wachstum bei 37° ist dann die Mehrzahl der vorhandenen Kolikeime zu ziemlich großen, intensiv geröteten, etwas knopfig erhabenen Kolonien ausgewachsen, zuweilen ist auch eine geringe Gasabsonderung in dem Agar an der Wachstumsstelle zu bemerken. Die übrigen Endoagar rötenden Wasserkeime sind um diese Zeit makroskopisch eben gerade sichtbar. Fig. 3 der Tafel zeigt eine derartig angelegte Spreewasserplatte mit acht deutlich und zwei weniger deutlich hervortretenden Kolikolonien in natürlicher Größe. Nach 48 Stunden sind auch die übrigen Wasserkeime weiter entwickelt, sie bleiben aber meist erheblich an Größe hinter den Kolikolonien zurück, von denen sie sich auch durch eine hellere Färbung und das Fehlen des Fuchsinglanzes unterscheiden, wenn ja allerdings dieses letztere Merkmal auch nicht allen Kolikolonien eigentümlich ist. Fig. 4 zeigt die in Fig. 3 abgebildete Platte nach 48 Stunden. Es ist in dieser Zeit noch eine jetzt gut erkennbare und durch die Eijkmann-Bulirprobe als solche näher bestimmte Kolikolonie nachgewachsen. Von den übrigen kleineren Kolonien war von acht abgeimpften nur bei einer einzigen die obige Probe positiv ausgefallen.

Bei Anfertigung der Koliplatten muß besonders auf eine gleichmäßige Benetzung der Platten geachtet werden, da andernfalls die Platte leicht fleckig wird. In den tieferen Schichten färbt sich der Gips häufig sofort deutlich rosa, die Oberfläche zeigt aber, besonders auch wenn sie mit Agar überschichtet ist, nach der Bebrütung nur einen schwach rosa Farbenton, der an Intensität des Färbungsgrades nicht entfernt dem der gewöhnlichen Endoagarkontrollplatten gleichkam, sodaß die Gegensätze zwischen Plattengrund und Kolikolonien sehr deutlich sind.

Einige geringe Übung erfordert das Überschichten mit Agar. Die Schicht muß gleichmäßig dick sein, was man am besten dadurch erreicht, daß man nach dem Aufgießen des flüssigen Agars die Platte in der Hand behält und darauf achtet, daß nicht an einer Seite ein Zusammenlaufen des Agars stattfindet, was man an der Änderung des Farbentons der Agarschicht sofort merkt und durch entsprechendes Neigen der Platte beseitigen kann. In ½ bis 1 Minute ist der Agar gewöhnlich erstarrt. Ist die Schicht zu dick, so rötet sie sich später, es bilden sich auch leicht Blasen unter ihr, und die Kontraste in der Platte werden abgeschwächt; ist sie zu dünn, dann bleibt die Entwicklung der Kolonien etwas zurück. Durch Benutzung eines 1½ %igen Agars wird die gleichmäßige Überschichtung wesentlich erleichtert; denn ein 3 %iger Agar erstarrt zu schnell, während ein 1 %iger zu stark von der Platte aufgenommen wird. Mit der Größe der Plattenoberfläche nimmt natürlich die Schwierigkeit, eine gleichmäßige Überschichtung zu erreichen, etwas zu.

Quantitative Versuche mit Kolireinkulturen hatten dieselben Ergebnisse wie die mit B. prodigiosus, dafür in nachfolgender Tabelle 2 ein Beispiel.

Tabelle 2.

Tag des Versuchs	Anzahl der zu Agarplatten verarbeiteten ccm Aufschwemmung	Gesamtkeimzahl	Durchschnittlicher Keimgehalt in 1 ccm der Aufschwemmung	Anzahl der zu Gipsplatten verarbeiteten ccm Aufschwemmung	Gesamtkeimzahl	Durchschnittlicher Keimgehalt in 1 ccm der Aufschwemmung
4. 12. 13	7	79	11	45	505	11

Infolge des erhöhten Bouillonzusatzes muß natürlich die Wassermenge entsprechend verringert werden, so daß auf eine Platte von 8 cm Durchmesser und etwa 1,2 cm Dicke nur 20 ccm Wasser verimpft werden können. Die Absicht, eine erhöhte Wasseraufnahme dadurch herbeizuführen, daß man der 4fachen Bouillon auch die Endozusätze in 4facher Menge beigibt und nun einen Teil dieser Endobouillon mit drei Teilen Wasser mischt, wurde wieder aufgegeben, da das Wachstum auf derartigen Platten nicht so kräftig war.

Nach meiner bisherigen Erfahrung dürfte das Erkennen typischer Kolikolonien auf den Gipsplatten keine größeren Schwierigkeiten verursachen als auf den Endoagarausstrichplatten.

Filtrationsversuche.

In den meisten Fällen dürften die auf die angegebene Art in kürzester Zeit zu verarbeitenden Wassermengen für eine bakteriologische Untersuchung genügen. Für die selteneren Fälle jedoch, wo es darauf ankommt, aus mehreren Litern vereinzelte Keime nachzuweisen, ist auch diese Methode insofern umständlich, als man auf eine Platte nicht viel mehr als 100 ccm wird verarbeiten können und man daher eine große Zahl Platten von nicht unerheblichem Gewicht gebrauchen würde. Es wäre also für solche Untersuchungen von wesentlichem Vorteil, wenn es möglich wäre, durch die Gipsplatten eine größere Wassermenge zu filtrieren, ohne daß die Wasserkeime tiefer in die Platte eingespült würden. Über derartige Filtrationsversuche soll im folgenden Teil der Arbeit berichtet werden.

Filtrationstechnik.

Zum Filtrieren wurden Büchner-Trichter benutzt, deren äußerer Durchmesser dem Durchmesser der Gipsplatten entsprach. Die Gipsplatten wurden auf den Trichterrand gelegt und durch einen breiten Gummiring mit demselben luftdicht verbunden. Der obere Rand des Gummiringes muß etwa 2—3 mm von der Plattenoberfläche entfernt bleiben, um ein Herabtropfen des aufgebrachten Wassers zu vermeiden. Der Trichter wird auf einer Saugflasche befestigt, die mit einem Quecksilbermanometer und einer Wasserstrahlpumpe in Verbindung steht, vergl. Textfigur Nr. 2. Fast noch einfacher kann die Filtration auch in Fällen, wo keine Wasserleitung zur Verfügung steht, mit Hilfe eines leicht zu konstruierenden Aspirators, dessen wirksamer Heberarm (Gummischlauch) etwa eine Länge von 1,50 m haben muß, bewirkt werden, vergl. Textfigur 3. Das Auffüllen des Aspirators d geschieht am bequemsten durch Anheben des Gefäßes e.

Von einer Vervollkommnung der Filtrationstechnik durch eigens hierfür angefertigte Vorrichtungen wurde bisher abgesehen, da es erst einmal darauf ankam, die Brauchbarkeit der Gipsplatten für diesen Zweck nachzuweisen. Von der abgemessenen Menge des zu untersuchenden Wassers wird zunächst so viel auf die Platte gegossen, wie diese schnell aufzusaugen vermag. Auch wenn die Oberfläche der Platte nicht ganz wagerecht eingestellt ist, ist infolge der starken Adhäsion zwischen Gips und Wasser ein Herunterlaufen des letzteren nicht zu befürchten. Nun erst setzt man die Saugpumpe in Tätigkeit und filtriert das übrige Wasser bei einem Unterdruck von etwa 10 ccm Quecksilber ab.

Es ist dabei darauf zu achten, daß die ganze Platte möglichst ohne Unterbrechung gleichmäßig vom Wasser bedeckt bleibt, was aber, nachdem die Platte einmal überall befeuchtet ist, mühelos zu erreichen ist. Die Verteilung der Bakterien über die ganze Fläche erfolgt dann von selbst, auch wenn das Wasser immer an derselben Stelle nachgegossen wird.



Fig. 2.

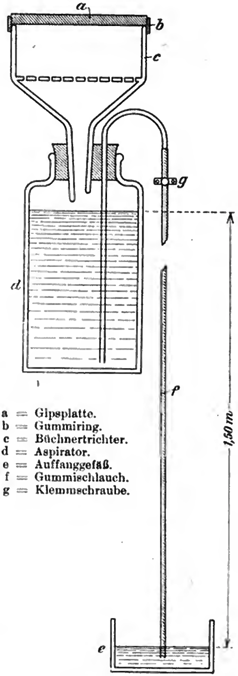


Fig. 3. M. 1 : 5.

Ist das letzte Wasser aufgegossen, so gibt man die im Reagenzglas vorrätig gehaltene 4fache Bouillon hinzu, etwa 8 ccm auf eine 30 ccm aufsaugende Platte, und unterbricht die Verbindung mit der Saugpumpe in dem Augenblick, wo die Bouillon eingesogen ist. Die Platte wird nun in eine sterile Doppelschale gelegt und wie üblich aufgehoben.

Versuchsergebnisse.

Zu den ersten Versuchen, die ebenso wie die späteren ausschließlich mit Aufschwemmungen von B. prodigiosus angestellt wurden, wurden zunächst Platten von 8 cm Durchmesser und 1,2 cm Dicke benutzt, durch die bei dem angegebenen Druck 100 ccm der Aufschwemmung in etwa 7 Minuten filtriert wurden. Zur Kontrolle wurden Gelatineplatten gegossen und Gipsplatten nach dem zuerst beschriebenen Verfahren angelegt.

Es stellte sich bei diesen Versuchen heraus, daß die nach der Vorschrift auf S. 515 angefertigten Platten größte Dichte mit großer Filtrationsgeschwindigkeit verbinden. Eine noch etwas größere Filtrationsgeschwindigkeit bei anscheinend gleicher Dichte ließ sich dadurch erreichen, daß man die trockene Gipsmasse in der Porzellankasserolle im Trockenschrank auf 95° erhitzte und heiß zu Platten verarbeitete. Mit derartigen Platten, die allerdings bisher nur zu vereinzelten Versuchen benutzt wurden, gelang es, 100 ccm Wasser in 4 Minuten durch eine Platte von 8 cm Durchmesser zu filtrieren.

Mit Hilfe der Filtrationsmethode war es möglich, 85 bis 98 % der in 100 ccm enthaltenen Prodigiosuskeime nachzuweisen. Die Platten haben aber den Nachteil, daß noch am 4. Tage eine bedeutende Zunahme der Kolonien eintritt. Es hat dies seinen Grund darin, daß ein Teil der Keime tiefer in die Platte eindringt, und daher längere Zeit erforderlich ist, bis die aus diesen Keimen sich entwickelnden Kolonien an der Oberfläche sichtbar werden. Bei mikroskopischer Betrachtung lassen solche Gipsplatten eine Menge feinster Löcher erkennen, die durch Lösung kleinster Gipsteilchen entstanden sind. Durch Sättigung des zu untersuchenden Wassers mit Gips mußten sich daher diese unangenehmen Folgen der Filtration beseitigen lassen. Tatsächlich gelang es, auf diese Weise die Platten vollkommen bakteriendicht zu erhalten, wie folgender Versuch beweist.

Zur Aufschwemmung des B. prodigiosus wurde steriles mit Gips gesättigtes, vollkommen klares Leitungswasser benutzt. Es wurden zwei Gipsplatten nach dem Aufsaugeverfahren zu je 100 ccm angelegt, außerdem 700 ccm durch 7 Gipsplatten von 8 cm Durchmesser filtriert. Die Anfertigung dieser 7 Platten nahm 50 Minuten in Anspruch. Die Platten waren teils aus erhitztem, teils aus nicht erhitztem Gips mit und ohne Magnesiumcarbonat hergestellt worden, ohne daß sich hinsichtlich der quantitativen Ausbeute Unterschiede ergeben hätten. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Tabelle 3.

Gipsplatten angelegt nach dem Aufsaugeverfahren	Ergebnis der Zählung nach			Im Durchschnitt in 100 ccm
	48 Stunden	72 Stunden	96 Stunden	
1	73	81	83	82
2	70	73	81	
Filtrationsverfahren				
1		99	103	87
2		77	81	
3	76	77	79	
4	89	97	98	
5	71	80	82	
6		74	76	
7		88	92	

Eine Sättigung des zu untersuchenden Wassers mit Gips vor der Filtration bietet aber keinerlei Schwierigkeiten. 500 ccm destilliertes Wasser vermögen rund 1 g wasserhaltiges Calciumsulfat zu lösen. Diese Menge muß also in jedem Falle zur Sättigung einer gleichen Menge Leitungs- oder Flußwassers genügen. Benutzt man fein zerriebenes Calcium sulfuricum purissimum praecipitatum, so ist, wenn man das Wasser umschüttelt, eine Zeit von 5 Minuten hinreichend, um größere Wassermengen soweit mit Gips zu sättigen, daß eine Schädigung der Gipsplatten nicht mehr zu befürchten ist. Ein geringer Überschuß an Gips stört den Filtrationsvorgang und das Aussehen der Platten in keiner Weise.

Nach rein theoretischer Überlegung müßte man derartig vorbehandeltes Wasser in beliebiger Menge durch eine Gipsplatte unbeschadet ihrer Dichtigkeit filtrieren können. In wieweit das tatsächlich zutrifft, sollte folgender Versuch zeigen, der etwas eingehender beschrieben werden mag.

Für den Versuch wurden 6 l steriles Leitungswasser in der angegebenen Weise mit Gips gesättigt und mit 0,6 ccm einer verdünnten Aufschwemmung von B. prodigiosus geimpft. Um mit Hilfe von Gelatinegußplatten wenigstens über den ungefähren Keimgehalt der 6 l Aufschwemmung unterrichtet zu werden, wurden von der zum Impfen benutzten konzentrierteren Aufschwemmung Platten mit 0,5 und 0,1 ccm gegossen, außerdem wurden vor Beginn, während und nach der Filtration 4 Gipsplatten mit je 100 ccm des zum Filtrieren benutzten Wassers nach dem Aufsaugeverfahren angelegt. In der mit 0,5 ccm gegossenen Gelatineplatte wurden 1050, in der mit 0,1 ccm gegossenen 193 Kolonien gezählt, in 0,6 ccm also 1243, wonach sich für 100 ccm des zum Versuch verwendeten Wassers 21 Keime ergeben würden. Die mit den Gipsplatten erhaltenen Resultate sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4.

	Art der Gipsplatten	Durchmesser der Platte in cm	Durchfiltrierte bezw. aufgegossene Wassermenge ccm	Filtrationsunterdruck in cm Quecksilber	Filtrationsdauer in Minuten	Keimzahl nach 48 Std.	Keimzahl nach 72 Std.	Keimzahl nach 96 Std.	Keimzahl in 100 ccm	Bemerkungen
1.	Entsprechend der Vorschrift S. 515	8	200	10	22	25	39	41	21	Platte 1 u. 2 waren zuletzt angelegt worden. Die Kolonien waren daher bei der 1. Zählung noch sehr klein.
2.		8	200	15	15	20	43	44	22	
3.	wie 1 u. 2, aber ohne Magnesiumcarbonat	8	200	10	37	30	34	34	17	
4.		8	500	10	103	87	89	91	18	
5.	wie 3 u. 4, aber aus ungesiebt. Gips hergestellt	8	200	10	38	40	42	43	22	
6.		8	200	15	21	29	33	33	17	
7.	wie 1 und 2	16	500	10	8	102	112	112	22	
8.		16	1000	10	17	167	178	178	18	
9.		16	100			15	16	16	16	Nach dem Aufsaugeverfahren angelegt: vor Beginn
10.		16	100			15	17	17	17	in der Mitte
11.		16	100			16	16	16	16	" " "
12.		16	100			10	15	16	16	am Schluß des Versuchs

Aus der Tabelle geht hervor, daß auch bei der Filtration größerer Wassermengen den Gipsplatten die Fähigkeit, die Keime auf ihrer Oberfläche quantitativ zurückzuhalten, unvermindert erhalten bleibt; denn der für 100 ccm der Aufschwemmung berechnete durchschnittliche Keimgehalt ergibt nach den Gipsgußplatten 16 Keime, nach den Filtrationsplatten 20, während der indirekt aus den Gelatinegußplatten berechnete Gehalt 21 Keime beträgt. Eine genauere Übereinstimmung wird man aber bei derartig keimarmen Aufschwemmungen besonders in Anbetracht der verschieden großen Wassermengen, die der Berechnung der einzelnen Durchschnittszahlen zugrunde liegen, nicht erwarten können. Aus den Aufzeichnungen über die Filtrationsdauer ergibt sich, daß man bei Verwendung größerer Platten in sehr kurzer Zeit bedeutende Wassermengen verarbeiten kann. Die dabei erreichte Filtrationsgeschwindigkeit wird sich aber, nach den Ergebnissen der Platten Nr. 2 und 6 zu urteilen, durch Erhöhung des Filtrationsunterdruckes wahrscheinlich noch ohne Nachteil wesentlich erhöhen lassen.

Ob bei länger fortgesetzter Filtration eine Abnahme der Geschwindigkeit eintritt oder die Dichtigkeit der Platten nachläßt, kann auf Grund der bisherigen Versuche nicht entschieden werden.

Durch das offene Arbeiten ermöglichte Nebeninfektionen haben sich in keinem Falle störend bemerkbar gemacht.

Da sich die Gipsplatten somit auch zum kulturellen Nachweis von Bakterien aus sehr großen Wassermengen als durchaus geeignet erwiesen haben, wird es die nächstliegende Aufgabe sein, dieses Verfahren bezüglich der Filtrationstechnik zu vervollkommnen und auf seine Verwendbarkeit zum Nachweis anderer spezifischer Keime zu prüfen. Denn es ist von vornherein nicht unwahrscheinlich, daß sich auch andere elektive Nährböden, wie sie z. B. für die Kultur des Typhuserregers gebräuchlich sind, in derselben Weise wie der Endonährboden mit Gips als Substrat an Stelle von Agar werden verwenden lassen.

Weiterhin wird zu untersuchen sein, inwieweit durch vorherige Sättigung mit Gips auch solche Flüssigkeiten, die infolge ihres Salzgehaltes ein Erweichen der Gipsplatten befürchten lassen, diese Fähigkeit verlieren und dadurch zur Filtration geeignet werden.

Zum Schluß mögen noch einmal kurz die Vorschriften, die sich zum Gießen und Beimpfen der Gipsplatten nach den bisherigen Erfahrungen am besten bewährt haben, zusammengefaßt werden.

1. Die Anfertigung der Gipsplatten.

100 g feingesiebter Alabastergips, 1 g feingesiebtes Magnesiumcarbonat (fällt fort bei Platten zum Kolinachweis), 0,8 ccm 5%ige Tischlerleimlösung, 100 ccm kochendes destilliertes Wasser zu einem Brei verrührt ergeben 2 Platten von 8 cm Durchmesser und 1,2 cm Dicke, die nach dem Erstarren einige Stunden bei 95° getrocknet werden und dann gebrauchsfertig sind. Aufsaugungsvermögen pro Platte 32—33 ccm.

2. Die Beimpfung der Platten.

A. Durch Aufsaugenlassen.

Zum Nachweis von B. prodigiosus wird erst das Wasser, dann auf 3 Teile desselben 1 Teil neutraler, Bouillon von 4facher Konzentration (vergl. S. 517) auf die Platte gegossen. Auf 1 Platte verarbeitete Wassermenge bis 100 ccm. Das Aufsaugen erfolgt in 1—1½ Minute. Untersuchung nach 48—72stündigem Wachstum bei Zimmertemperatur. Zum Nachweis von Bacterium coli wird eine Mischung von 1 Teil der auf S. 519 angegebenen Bouillon mit 3 Teilen des zu untersuchenden Wassers auf die Platte gegossen, die dann mit 1,5%igem Endoagar dünn überschichtet wird. Untersuchung nach 20- und 40stündigem Wachstum bei 37°.

B. Durch Filtration.

Bisher nur für den Nachweis von B. prodigiosus benutzt[1]). Das Wasser wird mit 2 ‰ Calcium sulfuricum puriss. praecip. 5 Minuten geschüttelt. Einen Teil desselben läßt man zunächst von der Gipsplatte aufsaugen, den Rest filtriert man unter Benutzung der auf S. 521 beschriebenen Apparatur bei einem Unterdruck von 10 cm Quecksilber und gibt, wenn das letzte Wasser aufgegossen ist, die entsprechende Menge vierfach konzentrierter Bouillon (vergl. S. 522) hinzu, nach deren Aufsaugen die Verbindung mit der Saugpumpe sofort unterbrochen wird.

1 l ließ sich auf diese Weise in 17 Minuten auf 1 Platte von 16 cm Durchmesser verarbeiten.

Vorstehende Arbeit wurde im hygienischen Laboratorium des Kaiserl. Gesundheitsamtes, Vorsteher Regierungsrat Professor Dr. Spitta, im 2. Halbjahr 1913 bis Anfang 1914 ausgeführt.

[1]) Während der Drucklegung ausgeführte Versuche, in keimarmen Wasser auch Bact. coli mit Hilfe des Filtrationsverfahrens nachzuweisen, haben zu sehr günstigen Ergebnissen geführt, über die an anderer Stelle berichtet werden wird.

Berlin, im Februar 1914.

Ende des 3. Heftes.
Abgeschlossen am 22. April 1914.

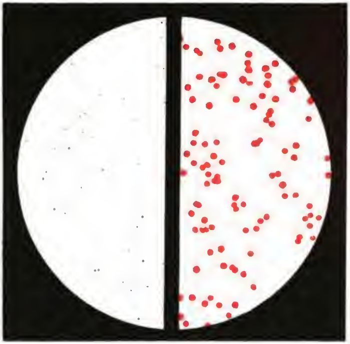


Fig. 1.
Spreewasser-B. prodigiosus-Gemisch nach 72 Stunden — Reinkultur von B. prodigiosus nach 96 Stunden
in natürlicher Größe.



Fig. 2.
Spreewasser-B. prodigiosus-Gemisch mit 1 % Agar überschichtet
nach 96 Stunden
in dreifacher Vergrößerung.



Fig. 3.
Spreewasser nach 20 Stunden bei 37° mit 8 deutlich, 2 weniger deutlich erkennbaren Colikolonien
in natürlicher Größe.



Fig. 4.
Platte von Fig. 3 nach 48 Stunden bei 37° mit 11 Colikolonien
in natürlicher Größe.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Gelingt eine Sensibilisierung durch Eiweißspaltprodukte und ist sie spezifisch?

Von

Dr. rer. nat. E. Hailer,

ständigem Mitarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Wie weit Eiweiß durch Erhitzung oder peptische und tryptische Verdauung verändert werden kann, ohne seine sensibilisierende Kraft zu verlieren, war schon mehrfach Gegenstand von Untersuchungen.

Nach Rosenau und Anderson[1]) sowie Dörr und Ruß[2]) vermag gekochtes Eiweiß nicht mehr zu sensibilisieren. Auch Kraus und Volk[3]) fanden, daß durch Verdünnen mit destilliertem Wasser oder durch Harnstofflösung unkoagulabel gemachtes Serum nach Erhitzung auf 100° nicht mehr sensibilisiert, wohl aber auf 90° erhitztes. Durch Erhitzung getrockneten Serums auf 134° wird das Sensibilisierungsvermögen nicht beeinträchtigt, was erklärlich ist, da wasserfreies Serum durch diese Temperatur auch keine Änderung seiner übrigen Eigenschaften erfährt.

Besredka und Bronfenbrenner[4]) beobachteten dagegen eine Sensibilisierung durch erhitztes Eiweiß; sie war freilich sehr gering. Und Uhlenhuth und Händel[5]) fanden, daß Meerschweinchen durch gekochtes Fleisch auch dann sensibilisiert werden, wenn die Extrakte keine Eiweißreaktion und mit spezifischem Serum keine Niederschläge mehr gaben. Voraussetzung war, daß die Tiere bei der toxischen Injektion mit großen Eiweißmengen überschwemmt wurden; die Symptome waren dann mehr oder weniger schwer, wenn auch durch individuelle Verschiedenheiten stark beeinflußt; vor allem aber war die Reaktion nicht streng spezifisch, sondern trat auch nach Injektion anderer Eiweißarten, wie der zur Vorbehandlung verwandten, auf.

Nach Wells[6]) verliert Milch durch Erhitzung auf 100° während 30 Minuten ihr Sensibilisierungsvermögen nicht und auch 15 Minuten lang auf 100° erhitztes Eier-

---

[1]) Rosenau und Anderson, Journ. of inf. dis. 5, 85. 08.

[2]) Dörr und Ruß, Hygienic Laborat. Bull. 1908, 731.

[3]) Kraus und Volk, Zeitschr. f. Immunitätsforschung 1, 731 (1909).

[4]) Besredka, Annales de l'Inst. Past. 23, 801 (1909); Besredka und Bronfenbrenner, ebenda 25, 499 (1911).

[5]) Uhlenhuth und Händel, Zeitschr. für Immunitätsforschung 4, 761 (1910).

[6]) Wells, Journ. of infect. dis. 5, 449 (1908).

albumin vermag noch überempfindlich zu machen, doch bedarf es dazu größerer Dosen von dem erhitzten Eiweiß, als von der nativen Substanz.

Auch über das Sensibilisierungsvermögen des auf fermentativem Weg abgebauten Eiweißes lauten die Angaben nicht übereinstimmend. In den Versuchen von Armit[1]) nahm das Sensibilisierungsvermögen des Eiereiweiß mit zunehmendem Abbau ab; und auch Gay und Brailsford[2]) fanden, daß die peptischen Abbauprodukte des Kaseïns die Tiere nicht gegen Milch oder gegen diese Spaltungskörper selbst sensibilisieren konnten.

Dagegen beobachteten Pick und Yamanouchi[3]) Sensibilisierung durch peptisch und tryptisch abgebautes Rinderserum; dabei hatte das durch Pepsin-Salzsäure erhaltene Gemisch von Abbauprodukten noch koagulable Substanzen enthalten, dagegen nicht das durch tryptische Verdauung gewonnene. Auch Wells[4]) fand, daß mit einer Lösung von Serum- und Eiereiweiß, in der ein weitgehender Abbau durch peptische und tryptische Fermente vor sich gegangen ist, die aber noch koagulierbare Stoffe enthielt, eine Sensibilisierung gegen das betreffende native Eiweiß möglich ist; und diese Sensibilisierung erwies sich auch bei allerdings nur wenigen Versuchen mit heterologem Eiweiß als spezifisch. Nicht geprüft wurde aber, ob mit einer Lösung, in der keine koagulablen Substanzen, sondern nur noch Eiweißspaltprodukte vorhanden waren, noch eine spezifische Überempfindlichkeit erzeugt werden kann. Je weiter dabei der Eiweißabbau ging, desto größere Dosen waren zu einer erfolgreichen Vorbehandlung nötig. Durch Vorbehandlung mit Gelatine wurden in den Versuchen von Wells Tiere nicht überempfindlich.

Auf Anregung des damaligen Direktors der bakteriologischen Abteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes, Herrn Geheimen Regierungsrats Prof. Dr. Uhlenhuth, unternahm ich es, festzustellen, ob durch Gemische von Eiweißspaltprodukten, die durch verschiedene Arten des hydrolytischen Eiweißabbaues gewonnen waren, eine Sensibilisierung von Meerschweinchen möglich ist und ob diese Reaktion spezifisch ist, eine Frage, die bei den bisherigen Untersuchungen kaum berücksichtigt wurde[5]). Diese Feststellungen waren von Bedeutung für die praktische Verwertbarkeit der Anaphylaxiereaktion zur Untersuchung von gespaltenem Eiweiß auf die Herkunft des Ausgangsmaterials. Eine solche Spaltung erfolgt durch Hitze (Zerkochen), die Einwirkung von Säuren, Basen und Fermenten, sowie durch Fäulnis. Die Möglichkeit, vermittels der Anaphylaxie aus den Spaltprodukten die Herkunft des Eiweißes festzustellen, schien von gleichem Interesse für die Zwecke der physiologischen Forschung wie der forensichen Untersuchung vor allem in den Fällen, in denen die sonst so ausgezeichnete Differenzierung

[1]) Armit, Zeitschrift f. Immunitätsforschung 6, 703 (1910).

[2]) Gay und Brailsford, Journ. of experim. med. 16, 470 (1912).

[3]) Pick und Yamanouchi, Zeitschr. f. Immunitätsforschung 1, 676 (1909).

[4]) Wells, Journ. of infect. dis. 5, 449 (1908) und 6, 506 (1909).

[5]) Bei der Sitzung der 4. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie (1910) in Berlin wurde über einen Teil der Ergebnisse ein kurzer Bericht erstattet, s. Zentralbl. für Bakteriologie, I. Abt., Ref. Bd. 47, Beiheft S. 54 (1910).

der Eiweißarten durch die fein ausgebildete Methode der Präzipitation mit spezifischen Seris versagt.

Die zur Sensibilisierung verwandten Lösungen wurden auf verschiedene Weise hergestellt:

1. durch mehrstündiges Extrahieren in der Fleischhackmaschine fein zerhackten Fleisches mit der gleichen Menge Wasser in der Wärme und darauf folgendes zweistündiges Kochen des Extraktes mit dem Rückstand im Dampf; die Lösung wird klar filtriert und im Dampf sterilisiert. Die Zusammensetzung der Lösung entspricht der einer fettfreien Bouillon. Koagulierbares Eiweiß ist natürlich nicht mehr vorhanden. Bei einem so hergestellten Dampfextrakt von Rindfleisch betrug der Trockenrückstand bei 110° z. B. 4,8 %, davon waren 1,27 % Asche; der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl bestimmt, war gleich 0,51 %. Salpetersäure gab weder eine Koagulation noch Ringbildung, Ferrocyankalium und Essigsäure eine minimale, nicht für Eiweiß sprechende Trübung; die Biuretreaktion war positiv (Violettfärbung). Mit präzipitierendem Rinderserum entstand bei dem Fehlen koagulierbaren Eiweißes bei 1 : 100, 1 : 500 und 1 : 1000 keine Trübung;

2. durch Zerkochen des Fleisches mit Schwefelsäure; es wurden je 400 g fein zerhacktes Rind- bezw. Schweinefleisch, bezw. ein Gemisch von je 200 g zerhackten Rind- und Schweinefleisches mit 300 cm 25 %iger Schwefelsäure 48 Stunden lang in einem Kolben am Rückflußkühler gekocht, nach dem Erkalten wurde die Schwefelsäure durch aufgeschlämmtes Baryumkarbonat ausgefällt, die überstehende Flüssigkeit wurde filtriert, der Rückstand zweimal aufgekocht und auf das Filter dekantiert; die Filtrate wurden dann vereinigt, das in Lösung gegangene Baryum durch Natriumsulfat ausgefällt und das Filtrat zu einer dicken braunen Flüssigkeit, die einen fleischextraktartigen Geruch hatte, auf dem Wasserbad eingedampft. Durch diese Zerkochung mit Schwefelsäure erfolgt eine weitgehende Aufspaltung des Eiweißes in seine letzten Bausteine, die Amidosäuren. In der so gewonnenen Lösung war Koagulation mit verdünnter oder Ringbildung mit konzentrierter Salpetersäure, Ausflockung durch Ferrocyankalium und Essigsäure nicht zu beobachten, unzersetztes Eiweiß war also nicht mehr vorhanden; dagegen war noch eine ganz schwache Biuretreaktion festzustellen. Der Stickstoffgehalt betrug bei der aus Rindfleisch hergestellten Lösung 2,1 %;

3. durch tryptische Verdauung von Rind- und Schweinefleisch und einem Gemisch beider mit einem vom Rind gewonnenen Pankreasferment bei 37° unter Zusatz von etwas Ammoniak und Toluol. Nach einer 3 Wochen dauernden Einwirkung des Ferments zeigte die filtrierte Flüssigkeit noch schwache Eiweißreaktion: mit verdünnter Salpetersäure und mit Ferrocyankalium und Essigsäure Trübung und leichte Ausflockung, mit konzentrierter Salpetersäure Ringbildung; die Biuretreaktion war in allen Fällen kräftig positiv. Der Stickstoffgehalt betrug bei dem aus Rindfleisch gewonnenen Präparat 1,7 %, bei dem aus Schweinefleisch hergestellten 1,4 %, und in der aus einem Gemisch beider Fleischarten erhaltenen Lösung 1,5 %.

In einem späteren Versuche wurde die Verdauung des Eiweißes aus Rindfleisch durch das Pankreasferment so weit getrieben, daß kein koagulierbares Eiweiß mehr nachweisbar war; dagegen gab die Lösung noch die Biuretreaktion (in der Tabelle als Präparat B bezeichnet, während das noch Eiweiß enthaltende Verdauungsgemisch als Präparat A aufgeführt ist).

4. durch peptische Verdauung; es wurden je 400 g gehacktes Schweine- und Rindfleisch mit 250 ccm 0,3 %iger Salzsäure und einem vom Rind gewonnenen Pepsinpräparat unter Zusatz von etwas Toluol im Brutschrank bei 37° digeriert. Die filtrierten Verdauungsgemische gaben noch die Eiweißreaktionen und mit Kupfersulfat und Natronlauge eine Violettfärbung (positive Biuretreaktion). Der Stickstoffgehalt betrug in dem Präparat aus

Rindfleisch . . . 1,6 %,
Schweinefleisch . . 1,4 %.

Schließlich wurden Liebigs Fleischextrakt und eine Anzahl sogenannter Nährpräparate des Handels zur Sensibilisierung verwendet, nachdem ihre Zusammensetzung untersucht war; und zwar:

1. Liebigs Fleischextrakt; er enthält kein koagulierbares Eiweiß; der Gehalt an Stickstoff betrug 10,9 und 11,4 %. Mit Rindereiweiß präzipitierendem Serum vom Kaninchen entstand bei 1 : 10, 1 : 50 und 1 : 100 kein Niederschlag. Auch die Methode der Komplementablenkung ergab nicht die Anwesenheit von Rindereiweiß; bemerkenswert ist aber, daß konzentriertere Lösungen von Fleischextrakt an sich Komplement absorbieren.

2. Somatose, ein pulverförmiges Präparat mit einem Stickstoffgehalt von 13,3 %; an der Grenzschicht ihrer wässerigen Lösung mit konzentrierter Salpetersäure bildete sich ein dicker Ring; verdünnte Salpetersäure und Essigsäure bewirkten schon in der Kälte starke Trübungen, die sich beim Erwärmen wieder lösten; rotviolette Biuretreaktion. Koagulierbares Eiweiß war somit nicht vorhanden, sondern sehr hochstehende Eiweißspaltprodukte.

3. Valentines meat juice; eine braune klare Flüssigkeit, die weder mit verdünnter und konzentrierter Salpetersäure noch mit Essigsäure und Ferrocyankalium eine Eiweißreaktion gab. Mit präzipitierenden Seris für Rinder-, Pferde-, Schweine-, Hammeleiweiß, Eigelb und Eiweiß entstanden in den Verdünnungen 1 : 10, 1 : 50, 1 : 100, 1 : 500, 1 : 1000, 1 : 5000 und 1 : 10000 keine Niederschläge, auch bei Anwendung der Methode der Komplementablenkung war das Ergebnis ein negatives. Nach Abdampfen auf dem Wasserbad und Trocknen bei 110° blieben 44,0 % Trockenrückstand; der Aschengehalt war gleich 15,3 %, der Stickstoffgehalt gleich 3,2 %.

4. Puro, eine dickflüssig-gelbe Masse, die in Wasser oder Kochsalzlösung eine trübe Emulsion gab. Die Eiweißreaktionen mit verdünnter und konzentrierter Salpetersäure, Ferrocyankalium und Essigsäure und die Biuretreaktion waren stark positiv [1]). Der Rückstand nach Abdampfen auf dem Wasserbad war gleich 58,9 %, der Aschegehalt gleich 10,2 %, der Gesamtstickstoff gleich 7,3 %; davon 3,1 % Eiweiß-

[1]) Untersucht wurde das Präparat im Jahre 1910.

stickstoff. Bei der Koagulation mit Essigsäure in der Hitze ergab sich ein Eiweißgehalt von 21,6 % mit einem Stickstoffgehalt von 14,5 %.

Mit Rinder- und Pferdeeiweiß präzipitierendem Serum entstanden Niederschläge bei der Verdünnung 1 : 10, nicht bei 1 : 100, bei 1 : 500 und 1 : 1000. Der Komplementbindungsversuch mit Rinder-, Pferde- und Schweineeiweiß- sowie Eigelbantiserum ergab vollkommene Hämolyse bei 1 : 100—1 : 1000, mit Eiereiweißantiserum dagegen Komplementablenkung bei 1 : 1000—1 : 10000. Mittels der Komplementablenkungsreaktion wurde demnach Eiereiweiß festgestellt.

5. Wyeth beef juice bildete eine dunkelbraune, dicke, nach Fleischextrakt und stark salzig schmeckende Flüssigkeit, die beim Verdünnen mit Wasser eine rotbraune, nicht ganz klare Lösung gab. Die Eiweißreaktionen waren stark positiv; die Feststellung der Biuretreaktion wurde durch die Farbe behindert. Der Trockenrückstand betrug 41,66 %, der Aschegehalt 16,28 %, an Gesamtstickstoff waren 3,1 % vorhanden, an koagulierbarem Eiweißstickstoff 0,73 %; der Gehalt des Präparats an koagulierbarem Eiweiß betrug 4,25 und 4,3 % (mit einem Stickstoffgehalt von 17,3 %). Mit Rindereiweiß präzipitierendem Serum entstanden Niederschläge bei 1 : 10—1 : 5000, nicht mehr bei 1 : 10000; mit Eigelb und Schweineeiweiß präzipitierendem Serum war dagegen keine Niederschlagsbildung wahrzunehmen. Der Komplementbindungsversuch mit Rindereiweißantiserum ergab in den Verdünnungen der Präparate 1 : 100—1000 völlige Komplementablenkung, bei 1 : 5000 war schwache, bei 1 : 10000 starke Hämolyse zu erkennen.

6. Fleischessenz Baker aus Rindfleisch mit 1,0 % Stickstoff; durch Salpetersäure und Essigsäure + Ferrocyankalium tritt keine Fällung oder Trübung ein; die Biuretreaktion ist positiv.

7. Bovril, eine dickflüssige, krümlige Masse, 5,3 % Stickstoff, Eiweiß ist nicht nachweisbar, die Biuretreaktion ist positiv.

8. Peptone de viande Denaeyer, eine klare, dünne gelbe Flüssigkeit; keine Reaktion mit verdünnter und konzentrierter Salpetersäure; Biuretreaktion positiv; 16,1 % Trockenrückstand, 1,46 % Asche, 2,2 % Stickstoff; mit Rinder-, Pferde-, Schweineeiweiß und Eigelb präzipitierenden Kaninchenseris gab die Lösung auch in den Konzentrationen 1 : 10, 1 : 100, 1 : 500 keine Reaktion.

Die Vorbehandlung der Meerschweinchen geschah durch 3—4 malige subkutane Injektion der je nach dem Trockengehalt des Präparats verschieden stark angesetzten Lösung, meist an aufeinanderfolgenden Tagen. Diese intensive Vorbehandlung empfahl sich nach den Erfahrungen von Wells[1]) sowie Uhlenhuth und Händel[2]), da anzunehmen war, daß die einzuspritzenden Lösungen an sensibilisierendem Antigen arm sind.

Die Nachbehandlung erfolgte nach 3—10 Wochen meist durch intrakardiale, in einzelnen Fällen auch intravenöse Zufuhr des nativen Eiweißes; die Sera wurde inaktiviert verwendet. Die angewandten Mengen von Serum bezw. Eiweiß schwankten

---

[1]) S. o.
[2]) S. o.

zwischen 0,05 und 0,6 ccm; sie wurden stets mit physiologischer Kochsalzlösung auf 1,0 ccm aufgefüllt. Gewählt wurden relativ hohe toxische Dosen, weil bei der unter Umständen kleinen Menge sensibilisierender Substanz eine Überschwemmung mit großen Mengen nativen Eiweißes zweckmäßig erschien.

Um aber dem Einwand zu begegnen, daß die intrakardiale Einverleibung solch hoher Serumdosen eine Überschwemmung des Organismus mit keineswegs indifferenten Stoffen bedinge, wurden die toxischen Dosen in einzelnen Versuchsreihen auch abgestuft. Es wurde die kleinste noch toxisch wirkende Dosis der Eiweißart bestimmt, deren Anwesenheit mit Rücksicht auf das zur Spaltung angewandte Ausgangsmaterial in der zur Vorbehandlung dienenden Lösung zu erwarten war. In dieser als toxisch erprobten Dosis wurden nun auch andere Eiweißarten intrakardial zur Feststellung der Spezifität der Sensibilisierung gespritzt.

Angewandt wurden die gleichen Seren wie in den Versuchen von Uhlenhuth und Händel; da in diesen Versuchsreihen Mengen bis 0,5 ccm Rinderserum und 1,0 ccm Menschen-, Pferde- und Schweineserum nicht vorbehandelten Meerschweinchen zur Kontrolle intrakardial gespritzt wurden, ohne Symptome auszulösen, erübrigte sich die Anstellung eigener Kontrollen. Nur in den späteren Versuchen, die unter Verwendung des Rinderpankreaspräparats B angestellt wurden (Tabelle II, laufende Nummer 14—27), kamen andere Proben inaktivierten Serums zur Verwendung. Da die Dosen hier aber die früher als unschädlich festgestellten nicht überschritten, konnte auf Anstellung von Kontrollversuchen mit den betreffenden Seren verzichtet werden.

Als anaphylaktisch wurden nur typische Symptome angesehen: ein ausgesprochenes Kratzen, Kauen, Niesen, verbunden mit Unruhe, Absetzen von Fäzes und Urinlassen, Krämpfe. Traten die Erscheinungen in leichterem Grad, nicht ausgesprochen krampfartig auf, so mußten mehrere zeitlich zusammenfallen, wenn von anaphylaktischen Symptomen gesprochen wurde.

Die Ergebnisse sind in den Tabellen I—III zusammengestellt. Es ergibt sich aus den aufgeführten Versuchen folgendes:

Die durch Zerkochen von Rindereiweiß im Dampf hergestellte, an Stickstoff arme Bouillon sensibilisierte zwei Meerschweinchen gegen Rindereiweiß nicht (s. Tab. I).

Dagegen war die Vorbehandlung mit einer ebenso hergestellten Bouillon aus Schweinefleisch erfolgreich; drei Tiere zeigten bei der Nachspritzung mit Schweineserum leichte aber ausgesprochene anaphylaktische Symptome; und die gleichen Erscheinungen traten auch auf, als andere Eiweisarten, nämlich Rinder-, Hammel- und Pferdeserum, den mit Schweineeiweißspaltprodukten vorbehandelten Tieren intrakardial gespritzt wurden.

Wurde mit stickstoffreichen, aber völlig eiweißfreien Lösungen von Eiweißspaltprodukten sensibilisiert, die durch Zerkochen von Rinder- und Schweinefleisch und einem Gemisch beider mit Schwefelsäure erhalten waren, so rief die Nachspritzung mit nativem Eiweiß meist schwere, anaphylaktische Symptome hervor:

Rinderserum intrakardial gegeben, hatte bei zwei mit Rindereiweißspaltprodukten vorbehandelten Tieren schwere Krämpfe und den Tod zur Folge; aber auch Pferdeserum rief bei einem solchen Tiere schwere Erscheinungen hervor.

Nachspritzung mit Schweineserum löste bei Meerschweinchen, die mit Schweineeiweißspaltprodukten sensibilisiert waren, nur schwache toxische Erscheinungen aus. Viel schwerer war das Symptomenbild bei ebenso vorbehandelten Tieren durch Nachspritzung von einer gleich großen Dose von Rindereiweiß.

War ein Gemisch von Rind- und Schweinefleisch durch Schwefelsäure hydrolytisch gespalten und die Spaltprodukte Meerschweinchen subkutan eingespritzt worden, so traten nach intrakardialer Zufuhr sowohl von Rinder- als von Schweineeiweiß anaphylaktische Erscheinungen auf.

Dosen von 0,1 und 0,3 ccm Rinderserum (mit Kochsalz auf 1 ccm aufgefüllt) riefen keine oder zweifelhafte Symptome hervor; dagegen bewirkten 0,5 ccm Rinderserum in einem Fall schwere Krämpfe, bei drei anderen Tieren leichtere, aber ausgesprochen anaphylaktische Erscheinungen; ebenso wirkten 0,5 ccm Schweineserum.

Eine durch peptische Verdauung von Rindereiweiß gewonnene, noch eiweißhaltige Lösung sensibilisierte (s. Tab. II) Meerschweinchen nicht allein gegen Rinderserum, sondern auch gegen die Sera vom Pferd und Schwein und gegen Eiereiweiß; die Erscheinungen waren namentlich nach Einverleibung von Eiereiweiß recht starke.

Wurde Rindfleisch durch tryptische Verdauung so lange abgebaut, daß nur noch eine schwache Eiweißreaktion der Lösung vorhanden war (Präparat A), so wurden die Meerschweinchen durch die Vorbehandlung mit diesem Gemisch gleichermaßen stark anaphylaktisch gegen Eiweiß vom Rind, Pferd und Schwein, schwächer gegen Eiereiweiß. Die Symptome traten bei allen drei Seren dabei in gleichstarkem Maße auch dann auf, wenn eine sehr kleine Dose (0,1 ccm) zur Nachspritzung angewandt wurde.

Auch das bis zum Freisein von koagulierbaren Stoffen durch Trypsin abgebaute Rindereiweiß (Präparat B) sensibilisierte Meerschweinchen sowohl gegen Rinderserum, als auch gegen die Sera vom Menschen, Pferd, Schwein, Hammel und gegen Eiereiweiß; auch hier genügten in mehreren Fällen relativ kleine Dosen (0,1 und 0,2 ccm) zur Hervorrufung der anaphylaktischen Erscheinungen.

Ein tryptisches Verdauungsgemisch von Schweineeiweiß, das die Eiweißreaktion noch ziemlich stark gab, machte die Tiere gegen Pferde- und Kaninchenserum ebenso anaphylaktisch wie gegen natives Schweineeiweiß.

Auch hier genügten sehr kleine Dosen ($^1/_{10}$ ccm) bei intrakardialer Nachspritzung zur Hervorrufung starker Symptome; bei weiterer Herabsetzung der toxischen Dosis auf $^1/_{20}$ ccm Schweineserum aber kamen nur noch schwache anaphylaktische Erscheinungen zur Beobachtung.

Ein mit Pankreasferment verdautes Gemisch von Rind- und Schweinefleisch sensibilisierte die Meerschweinchen sowohl gegen Rinder- und Schweineserum als auch gegen Pferdeserum und Eiereiweiß.

Aus den in den Tabellen I und II aufgeführten Versuchen geht hervor, daß es gelingt, Meerschweinchen mit völlig (bis zum Freisein von koagulablen Stoffen und bei der Zerkochung mit Schwefelsäure bis zu den letzten Eiweißbausteinen, den Amidosäuren) abgebautem Eiweiß einwandsfrei zu sensibilisieren; daß diese Sensibilisierung aber keine spezifische ist, sondern daß die anaphylaktischen Erscheinungen auch auftreten nach Einverleibung ganz fremder Eiweißarten, daß der anaphylaktische Shock demnach keinen Anhaltspunkt dafür gibt, aus welcher Eiweißart die Spaltprodukte gewonnen sind; schließlich geht aus den Versuchen der Tabelle II hervor, daß trotz reichlicher Vorbehandlung mit einer Eiweißart eine stärker ausgeprägte spezifische Sensibilisierung gegen dieses Eiweiß nicht eintritt, wenn die Lösung außerdem reichliche Mengen Eiweißspaltprodukte enthält.

Dieser letztere Befund steht in Übereinstimmung mit der Feststellung von Uhlenhuth und Händel[1]), daß nach Vorbehandlung von Tieren mit Extrakten aus gekochtem Fleisch leicht ein Übergreifen der Anaphylaxiereaktion erfolgt, und mahnt zur Vorsicht bei Verwendung dieser Art des Eiweißnachweises in den Fällen, in denen neben dem nativen noch abgebautes Eiweiß vorhanden ist.

Um die Ergebnisse der Versuche an einem praktischen Beispiel zu erproben, wurden Meerschweinchen mit Fleischextrakt und sogenannten Nährpräparaten vorbehandelt. Die Präparate enthielten, wie dies in ihrer Zusammenstellung im ersten Teil der Arbeit angegeben ist, zum Teil koagulierbares Eiweiß, zum Teil nicht; war Eiweiß vorhanden, so fanden sich neben ihm immer auch abgebaute Eiweißstoffe, wie sie im Fleischextrakt vorkommen. Die so vorbehandelten Tiere wurden dann mit verschiedenen Eiweißstoffen intrakardial nachgespritzt. Die Versuche sind in Tab. III zusammengestellt.

Besprochen seien zunächst die Präparate, die kein koagulierbares Eiweiß enthalten:

Liebigs Fleischextrakt sensibilisierte gegen Rinderserum schon in kleinen Dosen (0,1—0,3 ccm), ferner gegen Pferdeserum (mittelschwere Erscheinungen) und Hammelserum (leichte Erscheinungen).

Das Valentines meat juice machte Meerschweinchen überempfindlich gegen Rinder-, Schweine-, Pferde- und Hammelserum und zwar besonders stark gegen die zwei erstgenannten Sera.

Ganz ähnlich verhielten sich auch die Fleischessenz Baker und das Präparat Bovril, in denen sich gleichfalls kein Eiweiß feststellen ließ; Meerschweinchen, die mit ihren Lösungen vorbehandelt waren, wurden durch intrakardiale Injektion mehrerer Eiweißarten zum Teil schwer anaphylaktisch.

Ein geringes Sensibilisierungsvermögen hatte das Präparat „Peptone de viande Denaeyer".

Den Übergang zu den eiweißhaltigen Präparaten bildet die Somatose, die namentlich aus Albumosen besteht; sie hatte in den vorliegenden Versuchen durch-

[1]) a. a. O.

weg ein schwaches Sensibilisierungsvermögen. Von sieben mit Lösungen von Somatose vorbehandelten Tieren wurden bei der intrakardialen Nachspritzung nur zwei anaphylaktisch und zwar eines durch Rinder-, das andere durch Hammelserum.

Von den koagulierbares Eiweiß neben anderen Stickstoffverbindungen enthaltenden Präparaten machte das Eiereiweiß enthaltende Puro überempfindlich außer gegen Eiereiweiß auch gegen Rinder-, Pferde- und Hammelserum.

Das Präparat Wyeth, in dem durch präzipitierendes Serum Rindereiweiß nachgewiesen wurde, sensibilisierte Meerschweinchen gegen Rinder-, Hammel- und Schweineserum; je ein mit Kaninchen- und Pferdeserum nachgespritztes Tier zeigte keine Symptome.

Diese Versuche führten demnach zu demselben Ergebnis, wie die in den Tabellen I und II aufgeführten: Eiweißabbauprodukte sensibilisieren Meerschweinchen, aber in unspezifischer Weise und dieser Einfluß macht sich auch dann bemerkbar, wenn neben ihnen natives Eiweiß vorhanden ist.

Zur Untersuchung von Verdauungsgemischen, abgebautes Eiweiß enthaltenden Nährpräparaten usw. eignet sich demnach die Anaphylaxiereaktion nicht.

Zusammenfassung.

Das durch artspezifischen Aufbau unspezifischer Bausteine charakterisierte Eiweißmolekül zerfällt beim Abbau in seine Bausteine. Diese vermögen bei ihrer Verimpfung einen sensibilisierenden Reiz auf den geimpften Organismus auszuüben. Die Sensibilisierung ist aber nicht spezifisch; es treten nämlich bei der Nachbehandlung auch mit heterologem Eiweiß typische anaphylaktische Erscheinungen auf. Die Unspezifizität der erzielten Sensibilisierung tritt auch dann hervor, wenn in der zur Vorbehandlung benützten Lösung neben den Eiweißspaltprodukten noch koagulierbares (artspezifisches) Eiweiß vorhanden gewesen war.

Tabelle I. Ergebnis der Sensibilisierung mit Eiweißspaltprodukten, die durch Zerkochen im Dampf oder mit Säure gewonnen waren.

Nummer	Angewandtes Eiweiß	Art der Spaltung	Die Meerschweinchen wurden vorbehandelt mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung	Nachbehandlung mit	Symptome
1	Rindereiweiß	Gehacktes Fleisch mit Wasser extrahiert und im Dampfgekocht; filtriert	3 mal je 1 ccm des klaren Filtrats subkutan	7 Wochen	$^1/_2$ ccm Rinderserum intrakardial	—
2	Ebenso	Ebenso	Ebenso	7 „	Ebenso	—
3	Schweineeiweiß	„	„	5 „	$^1/_2$ ccm Schweineserum intrakardial	Leichte Erscheinungen (Kratzen, Kauen).
4	Ebenso	„	„	5 „	Ebenso	Nach $^1/_2$ Stunde leichte Symptome (Kauen usw.).
5	„	„	„	5 „	„	Ebenso.
6	„	„	„	5 „	$^1/_2$ ccm Rinderserum intrakardial	Leichte Symptome (Kauen, Kratzen).
7	„	„	„	5 „	$^1/_2$ ccm Hammelserum intrakardial	Ebenso.
8	„	„	„	5 „	$^1/_2$ ccm Pferdeserum intrakardial	Nach $^1/_2$ Stunde leichte Symptome.
9	Rindereiweiß	Mit Schwefelsäure zerkocht	3 mal je 1 ccm subkutan	5 „	$^1/_2$ ccm Rinderserum intrakardial	Erst leichte, dann sich steigernde Symptome, Wiedererholung, dann Tod.
10	Ebenso	Ebenso	Ebenso	5 „	Ebenso	Schwere anaphylaktische Erscheinungen, Tod.
11	„	„	„	5 „	$^1/_2$ ccm Pferdeserum intrakardial	Schwere anaphylaktische Erscheinungen.
12	Schweineeiweiß	„	„	5 „	0,3 ccm Schweineserum intrakardial	Schwache Symptome (Kauen, Kratzen).
13	Ebenso	„	„	5 „	0,5 ccm ebenso	Leichte Symptome.
14	„	„	„	5 „	0,6 ccm Rinderserum intrakardial	Erst leichte, dann schwere anaphylaktische Erscheinungen.
15	„	„	„	5 „	0,5 ccm ebenso	Schwere anaphylaktische Erscheinungen.
16	Rinder- plus Schweineeiweiß	„	„	5 „	0,1 „ „	Keine Erscheinungen.
17	Ebenso	„	„	5 „	0,3 „ „	Nach 10 Minuten zweifelhafte Symptome.
18	„	„	„	5 „	0,5 „ „	Schwere Krämpfe.
19	„	„	„	5 „	0,5 „ „	Leichte anaphylaktische Erscheinungen.
20	„	„	„	5 „	0,5 „ „	Ebenso.
21	„	„	„	5 „	0,5 „ „	„
22	„	„	„	5 „	0,5 ccm Schweineserum intrakardial	Leichte anaphylaktische Symptome (Kauen, Kratzen).

[1]) Die zur Nachbehandlung verwandten Serum- bezw. Eiweißmengen wurden stets mit physiologischer Kochsalzlösung auf 1 ccm aufgefüllt eingespritzt.

Tabelle II. Ergebnis der Sensibilisierung mit Eiweißspaltprodukten, die durch peptische und tryptische Verdauung aus Rind- und Schweinefleisch gewonnen waren.

Nr.	Angewandtes Eiweiß	Gespalten durch	Vorbehandlung der Meerschweinchen mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung Wochen	Nachbehandlung mit	Applikationsart	Symptome
1	Rindereiweiß	Pepsin vom Rind	3 mal je 1 ccm	4	$^1/_2$ ccm Rinderserum	intrakardial	Starke anaphylaktische Symptome, Krämpfe, Tod.
2	ebenso	ebenso	ebenso	4	$^1/_2$ „ Schweineserum	„	Nach $^1/_4$ Stunde ausgesprochene anaphylaktische Erscheinungen.
3	„	„	„	4	$^1/_2$ „ Pferdeserum	„	Nach $^1/_4$ Stunde leichte anaphylaktische Erscheinungen.
4	„	„	„	4	0,2 „ „	„	Schwache aber deutliche anaphylaktische Symptome.
5	„	„	„	4	0,6 „ Eiereiweiß	„	Starke anaphylaktische Erscheinungen.
6	„	„	„	4	0,4 „ „	„	Ebenso.
7	„	Pankreas vom Rind Präparat A	„	4	0,5 „ Rinderserum	„	Deutliche anaphylaktische Erscheinungen, leichte Krämpfe.
8	„	ebenso	„	4	0,1 „ „	„	Schwere anaphylaktische Erscheinungen, Tod.
9	„	„	„	4	0,5 „ Pferdeserum	„	Ebenso.
10	„	„	„	4	0,1 „ „	„	Schwere anaphylaktische Erscheinungen.
11	„	„	„	4	0,5 „ Schweineserum	„	Starke anaphylaktische Erscheinungen, Tod.
12	„	„	„	4	0,1 „ „	„	Ebenso.
13	„	„	„	4	1 „ Eiereiweiß auf $^1/_{100}$ verdünnt	„	Schwache anaphylaktische Symptome.
14	„	Pankreas vom Rind Präparat B	4 mal je 1 ccm	6	0,1 „ Rinderserum	intravenös	Kratzen, Krämpfe, Tod in 3 Minuten.
15	„	ebenso	ebenso	6	0,1 „ „	„	Keine Symptome.
16	„	„	„	6	0,1 „ Pferdeserum	„	Leichte Symptome, Kauen, Kratzen.
17	„	„	„	6	0,2 „ „	„	Starkes Kauen, Kratzen, Unruhe.
18	„	„	„	6	0,5 „ „	„	Starkes Kauen, Kratzen, Aufregung, Lähmung der hinteren Extremitäten, Umfallen, Wiedererholung.
19	„	„	„	6	0,5 „ „	„	Starkes Zittern.
20	„	„	„	6	0,5 „ Menschenserum	„	Krampfartiges Zittern, Kratzen, Kauen.
21	„	„	„	6	0,5 „ „	„	Starkes Kauen, Schütteln, Zittern, Kratzen, allgemeine Unruhe.
22	„	„	„	6	0,5 „ Schweineserum	„	Starke Unruhe, Zittern.
23	„	„	„	6	1,0 „ „	„	Kauen.
24	„	„	„	6	0,5 „ Hammelserum	„	Kratzen.
25	„	„	„	6	0,5 „ „	„	Schwerere anaphylaktische Erscheinungen, Krämpfe.
26	„	„	„	6	0,5 „ Eiereiweiß	„	Keine Symptome.
27	„	„	„	6	1,0 „ „	„	Kratzen, Kauen, Schütteln, Sträuben der Haare, Neigung zum Umfallen.

Fortsetzung der Tabelle II.

Nr.	Angewandtes Eiweiß	Gespalten durch	Vorbehandlung der Meerschweinchen mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung Wochen	Vorbehandlung mit	Applikationsart	Symptome
28	Schweineeiweiß	Pankreas vom Rind	3 mal je 1 ccm	4	0,1 ccm Schweineserum	intrakardial	Starke anaphylaktische Erscheinungen, Krämpfe.
29	ebenso	ebenso	ebenso	4	0,05 „ „	„	Schwache anaphylaktische Erscheinungen.
30	„	„	„	4	0,1 „ Pferdeserum	„	Starke anaphylaktische Erscheinungen.
31	„	„	„	4	0,1 „ Kaninchenserum	„	Leichte, aber ausgesprochen anaphylaktische Symptome.
32	„	„	„	4	1 „ Eiereiweiß auf $^1/_{100}$ verdünnt	„	Nach $^1/_4$ Stunde leichte Symptome.
33	Gemisch von Rinder- u. Schweineeiweiß	„	„	4	0,1 „ Rinderserum	„	Ausgesprochene anaphylaktische Erscheinungen.
34	ebenso	„	„	4	0,1 „ Schweineserum	„	Ebenso.
35	„	„	„	4	0,2 „ Pferdeserum	„	Mittelstarke anaphylaktische Symptome, Krämpfe.
36	„	„	„	4	0,6 „ Eiereiweiß auf $^1/_{20}$ verdünnt	„	Keine Symptome.
37	„	„	„	4	0,6 „ Eiereiweiß auf $^1/_{10}$ verdünnt	„	Mittelstarke anaphylaktische Erscheinungen, Krämpfe.

Tabelle III. Ergebnis der Sensibilisierung mit Fleischextrakt und Nährpräparaten bei intrakardialer Nachspritzung.

Nummer	Name des Präparats	Bemerkungen	Vorbehandlung der Meerschweinchen mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung Wochen	Nachbehandlung mit	Symptome
1	Liebigs Fleischextrakt	Enthält kein koagulierbares Eiweiß	3 mal je 1 ccm 10 %iger Lösung	5	0,5 ccm Rinderserum	Deutliche anaphylaktische Erscheinungen, Krämpfe, Niesen, Kratzen.
2	Ebenso		Ebenso	5	0,3 „ Rinderserum	Ebenso.
3	„		„	7	0,5 „ Pferdeserum	Mittelschwere anaphylaktische Symptome (Kauen, Kratzen, Krämpfe).
4	„		„	7	0,5 „ Hammelserum	Leichte Erscheinungen (Kauen, Kratzen).
5	„		„	4	0,1 „ Rinderserum	Zunächst zweifelhaft, nach $^1/_4$ Std. mittelstarke, ausgesprochen anaphylaktische Symptome.
6	„		„	4	0,3 „ „	Starke anaphylaktische Symptome, Tod.
7	Somatose	Hochstehendes Eiweißabbauprodukt (namentlich Albumos. u. Peptone enthaltend)	„	10	0,5 „ „	Keine Symptome.
8	„		„	10	0,5 „ „	Starke anaphylaktische Erscheinungen, Tod nach einer Minute.
9	„		„	10	0,5 „ „	Keine Symptome

Fortsetzung der Tabelle III.

Nummer	Name des Präparats	Bemerkungen	Vorbehandlung der Meerschweinchen mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung Wochen	Nachbehandlung mit	Symptome
10	Somatose		3 mal je 1 ccm 10 %iger Lösung	10	0,5 ccm Pferdeserum	Schwache fragliche Erscheinungen
11	„		„	10	0,5 „ Hammelserum	Leichte anaphylaktische Symptome (Kratzen usw.).
12	„		„	10	0,5 „ Schweineserum	Keine Symptome.
13	„		3 mal je 1 ccm 10 %iger Verdünnung	10	1 „ Eiereiweiß in 1/10 Verdünnung	„ „
14	Valentines meat juice	Enthält kein koagulierbares Eiweiß; mit präzipitierenden Seris keine Reaktion	Ebenso	5	0,5 „ Rinderserum	„ „
15	Ebenso		„	5	0,5 „ „	Schwere anaphylaktische Symptome, Tod.
16	„		„	5	0,5 „ „	Leichte anaphylaktische Symptome.
17	„		„	7	0,5 „ Pferdeserum	Ebenso.
18	„		3 mal je 1 ccm 20 %iger Verdünnung	7	0,5 „ Hammelserum	Leichte anaphylaktische Symptome (Kratzen, Kauen).
19	„		Ebenso	3	0,2 „ Schweineserum	Krämpfe, Tod nach 3 Minuten.
20	„		3 mal je 1 ccm 10 %iger Lösung	3	0,5 „ „	Leichte anaphylaktische Erscheinungen (Kratzen, Kauen).
21	Puro	Enthält 21,6 % koagulierbares Eiweiß (Eiereiweiß), daneben noch reichliche Mengen anderer stickstoffhaltiger Substanzen	Ebenso	7	0,5 „ Rinderserum	Kauen, Krämpfe, Tod nach 5 Minuten.
22	„		„	7	0,5 „ Pferdeserum	Nach 1/4 Stunde schwache Erscheinungen.
23	„		„	6	0,5 „ Hammelserum	Nach 10 Minuten leichte Erscheinungen (Kratzen, Kauen usw.).
24	„		„	7	0,5 „ Eiereiweiß	Starke anaphylaktische Erscheinungen, Tod.
25	„		„	6	0,1 „ „	Ebenso.
26	Wyeth	Enthält 4,3 % koagulierbares Eiweiß (nachgewiesen wurde durch die Präzipitation Rindereiweiß), daneben noch andere stickstoffhaltige Substanzen	„	6	0,5 „ Rinderserum	Starke anaphylaktische Symptome, Krämpfe, Tod.
27	„		„	6	0,5 „ Hammelserum	Zunächst schwächere, nach 1/4 Std. stärkere anaphylaktische Symptome.
28	„		„	6	0,5 „ Schweineserum	Starke anaphylaktische Erscheinungen.
29	„		„	6	0,5 „ Kaninchenserum	Keine Erscheinungen.
30	„		„	6	0,5 „ Pferdeserum	„ „
31	Fleischessenz Baker	Enthält kein koagulierbares Eiweiß	„	4	0,5 „ Rinderserum	Typisch anaphylaktische Erscheinungen (Kratzen, Kauen, Niesen, Krämpfe).
32	Ebenso		„	4	0,5 „ Hammelserum	Typisch anaphylaktische Erscheinungen.
33	„		„	4	0,5 „ Pferdeserum	Deutliche anaphylaktische Symptome.

Fortsetzung der Tabelle III.

Nummer	Name des Präparats	Bemerkungen	Vorbehandlung der Meerschweinchen mit	Frist zwischen Vor- und Nachbehandlung Wochen	Nachbehandlung mit	Symptome
34	Fleischessenz Baker		3 mal je 1 ccm 10 %iger Lösung	4	0,5 ccm Schweineserum	Starke anaphylaktische Erscheinungen.
35	Bovril	Enthält kein koagulierbares Eiweiß	Ebenso	4	0,5 „ Rinderserum	Anaphylaktische Krämpfe, Tod.
36	„		„	4	0,5 „ „	Keine Erscheinungen.
37	„		„	4	0,5 „ „	Schwache, aber ausgesprochene anaphylaktische Symptome.
38	„		„	4	0,5 „ Pferdeserum	Schwere anaphylaktische Erscheinungen, Tod.
39	Peptone d. viande Denaeyer	Enthält kein koagulierbares Eiweiß	„	6	0,5 „ Rinderserum	Leichte anaphylaktische Symptome.
40			„	6	0,5 „ „	Leichte anaphylaktische Erscheinungen.
41			„	6	0,5 „ Pferdeserum	Keine Erscheinungen.
42			„	6	0,5 „ Hammelserum	„ „

Über die Biologie der Pseudomilzbrandbazillen.
Beiträge zur Differentialdiagnose der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen.

Von

Dr. N. Pokschischewsky,
Magister der Veterinärmedizin (Rußland),
früherem freiw. Hilfsarbeiter im Kaiserl. Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel VII—X.)

Die sogenannten Pseudomilzbrandbazillen haben in letzter Zeit eine größere Bedeutung dadurch erlangt, daß milzbrandähnliche Erkrankungen beim Menschen mit derartigen Bazillen in Beziehung gebracht worden sind. Da die Pseudomilzbrandbazillen in der Natur stark verbreitet sind und unter Umständen mit dem Milzbrandbazillus verwechselt werden können, ist es sowohl vom sanitäts- wie veterinärpolizeilichen Standpunkt von Interesse, die Differentialdiagnose dieser Bazillen sicherzustellen. Die nähere Prüfung der Beziehungen zwischen dem Milzbrandbazillus und den Pseudomilzbrandbazillen mittels der neueren biologischen und serodiagnostischen Methoden erscheint auch deshalb angezeigt, weil die früheren Untersuchungen über Pseudomilzbrandbazillen sich fast ausschließlich auf die rein morphologischen Eigenschaften erstreckt haben. Den besonderen Anlaß, der Frage der biologischen Unterscheidung von Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen näherzutreten, bot ein unten näher beschriebener Befund von Pseudomilzbrandbazillen beim Schweine.

Die Aufmerksamkeit auf die Möglichkeit einer pathogenen Bedeutung der Pseudomilzbrandbazillen wurde durch einen von Wilamowsky beschriebenen Fall einer tödlich verlaufenen Erkrankung des Menschen hingelenkt. Dieser Fall betraf eine Frau, die an einer akuten Lungenentzündung erkrankt war. In dem durch Punktion gewonnenen Pleuraexsudate wurden bewegliche, grampositive, im übrigen milzbrandähnliche Bazillen nachgewiesen. Bei der Sektion ergab sich, daß die gleichen Bazillen in großer Anzahl in der Milz, in der Leber, im Knochenmarke sowie im Lungenexsudate vorhanden und aus diesem Material in Reinkultur zu züchten waren. Die gefundenen Bazillen, die abgesehen von der Beweglichkeit morphologisch nicht vom Milzbrandbazillus zu unterscheiden und für Mäuse bei intraperitonealer Impfung pathogen waren, hatten auch in ihrem sonstigen kulturellen Verhalten mit dem Bac. anthracis große Ähnlichkeit. Daß die gefundenen Stäbchen keine Milzbrandbazillen waren, er-

gab sich besonders daraus, daß sie gleich den sogenannten Pseudomilzbrandbazillen beweglich waren. Bemerkenswert war, daß das klinische Bild der beschriebenen Erkrankung sich von dem chronischen Lungenmilzbrand des Menschen nicht unterschied. Dieser Umstand macht es wahrscheinlich, daß ähnliche Fälle ohne eingehende bakteriologische Untersuchung als Milzbrand angesprochen werden können. Dieser von Wilamowsky beschriebene Fall, bei dem durch genaue bakteriologische Untersuchung das Vorhandensein von Pseudomilzbrandbazillen beim Menschen zum ersten Male einwandfrei sichergestellt wurde, zwingt zu der Annahme, daß die Pseudomilzbrandbazillen unter Umständen für den Menschen pathogen sein können.

Lange hat dann auf einen ähnlichen Fall hingewiesen, der vor kurzem von Senge ausführlich beschrieben worden ist. In der Lumbalflüssigkeit sowie im Gehirn und Rückenmark einer an Meningitis purulenta et Encephalitis haemorrhagica gestorbenen Frau fanden sich milzbrandähnliche Stäbchen, die zwar für Mäuse und Meerschweinchen, wenn auch nur schwach, virulent waren, sich jedoch auf Grund ihrer morphologischen und kulturellen Eigenschaften vom Bac. anthracis unterschieden. Auffallend war, daß die gefundenen Bazillen im Gegensatze zu den Pseudomilzbrandbazillen unbeweglich waren. Auf Grund des Wachstums auf Agar, das mehr dem der Subtilisarten ähnelte, ist Senge der Ansicht, daß die von ihm geprüften Bazillen der Gruppe der Heu- und Erdbazillen zuzurechnen sind. Fernerhin hat Neufeld einen Befund mit Vorhandensein eines Pseudomilzbrandbazillus kurz mitgeteilt. Der Bazillus war aus dem Blute eines klinisch milzbrandkranken Menschen gezüchtet worden.

Im Zusammenhange mit diesen Mitteilungen über Befunde von milzbrandähnlichen Bazillen bei Erkrankungen des Menschen ist schließlich noch darauf hinzuweisen, daß unter Umständen auch die Heu- und Erdbazillen (Bac. subtilis, mesentericus, mycoides), die im allgemeinen als unschädlich für Mensch und Tier gelten, unter Umständen menschenpathogene Bedeutung erlangen können. Besonders bekannt geworden sind einige Fälle von Panophthalmie des Menschen, als deren Erreger mit besonderer Virulenz ausgestattete Subtilisbazillen angesprochen worden sind (Silberschmidt, Kayser). Auch hat Seitz unlängst einen pathogenen Bac. subtilis beschrieben, der in Reinkultur aus den schleimigen Entleerungen eines enteritiskranken Chinesen isoliert war. Morphologisch und kulturell war dieser Bazillus zunächst dem Milzbrandbazillus recht ähnlich. Die schwache Beweglichkeit und der weitere Wachstumsverlauf des Bazillus auf Agar in Form von Kolonien mit mehr gekörnter Oberfläche sicherten jedoch die Diagnose Bac. subtilis.

Den Anlaß, die Frage der biologischen Beziehungen zwischen Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen näher zu prüfen, bot Material (Muskulatur) vom Schweine, das der Veterinärabteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts mit der Diagnose Milzbrand zugesandt worden war. Dieser Fall war insofern bedeutsam, als der die Schlachtung ausführende Schlächter unter dem Bilde des klinischen Milzbrandes erkrankt und an der Infektion gestorben war. Im Anschluß an eine Verletzung am rechten Arme, die sich der Schlächter bei der Schlachtung zugezogen hatte, entstand in den nächsten Tagen eine fortschreitende Entzündung, ohne daß man zunächst an

Milzbrand dachte. Erst nach 10tägiger Krankheitsdauer, als der Schlächter ins Krankenhaus eingeliefert wurde, waren ein Milzbrandkarbunkel und eine diffuse bretthart Anschwellung des ganzen Armes nachzuweisen. Vier Tage nach der Einlieferung starb der Schlächter. Wie nachträglich bekannt wurde, sollen Milz, Leber und Lungen des betreffenden Schweines stark entzündet gewesen sein (Preller). Bei der bakteriologischen Untersuchung wurden im Pusteleiter und im Blute des erkrankten Schlächters Milzbrandbazillen nachgewiesen. Nähere Angaben über eine weitere bakteriologische Untersuchung der gefundenen Bazillen sind nicht gemacht worden.

Die Untersuchung des eingesandten Materials ergab, daß auf den mit Muskulatur vom Schweine geimpften Agarplatten neben Saprophyten Kolonien aufgingen, die bei mikroskopischer Prüfung und in gefärbten Präparaten mit dem Bac. anthracis große Ähnlichkeit hatten, von diesem sich jedoch durch schwache Beweglichkeit unterschieden. Die Ascolische Thermopräzipitinreaktion mit Extrakt aus der Muskulatur und präzipitierendem Milzbrandserum war negativ. Durch weitere Prüfung mittels biologischer und serodiagnostischer Methoden wurde festgestellt, daß es sich tatsächlich um einen Pseudomilzbrandbazillus handelte. Diese Ansicht wurde durch umfangreiche Untersuchungen und Vergleiche mit einer großen Anzahl der bisher bekannten Pseudomilzbrandbazillen bestärkt. Im folgenden soll über diese Untersuchungen, die auf Veranlassung von Herrn Geheimen Regierungsrat Professor Dr. von Ostertag in der Veterinärabteilung des Kaiserlichen Gesundheitsamts ausgeführt worden sind, berichtet werden. Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist auf der 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin 1913 von Herrn Dr. Poppe bereits kurz mitgeteilt worden. In der Zwischenzeit ist auch in russischer Sprache eine Zusammenfassung der Versuchsergebnisse vom Verfasser veröffentlicht worden.

Herrn Geheimrat von Ostertag danke ich ergebenst für die Übertragung dieser Arbeit und für sein stetes Entgegenkommen und Wohlwollen. Ebenso ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Dr. Poppe für die allzeit gewährte Unterstützung und Förderung meiner Arbeit und für die Hilfe bei Anfertigung des Manuskriptes meinen verbindlichsten Dank zu sagen.

I. Kulturelle und morphologische Eigenschaften der Pseudomilzbrandbazillen und Vergleich mit dem Milzbrandbazillus.

Über das Vorkommen und über die Eigenschaften von milzbrandähnlichen Bazillen, sogenannten Pseudomilzbrandbazillen, ist eine größere Zahl von Arbeiten erschienen, aus denen hervorgeht, daß diese Bazillen bei kranken Tieren, im Wasser (Abwasser) und im Erdboden sowie in verschiedenen Futtermitteln (Fleischfuttermitteln) festgestellt worden sind. Diese Befunde haben es mit sich gebracht, daß namentlich die Fleischfutter- und Knochenmehle öfters als Quelle einer Milzbrandinfektion verdächtigt worden sind. Bei der Wichtigkeit des Gegenstandes dürfte eine etwas ausführlichere Besprechung der bisher erschienenen Arbeiten gerechtfertigt sein, deren Kenntnis nicht als allgemein bekannt vorausgesetzt werden kann. Die für die Differentialdiagnose der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen in Frage kommenden

Eigenschaften und die über die Herkunft des Materials gemachten Angaben sollen hierbei nach Möglichkeit berücksichtigt werden.

Hueppe und Wood (1889) haben zuerst auf das Vorkommen von Bazillen im Wasser und Erdboden aufmerksam gemacht, die morphologisch den Milzbrandbazillen äußerst ähnlich waren. Die als Bac. anthracoides bezeichneten Bazillen wuchsen auf den verschiedenen Nährböden wie Milzbrandbazillen und waren unbeweglich. Ein Unterschied zeigte sich nur insofern, als die Anthrakoidesbazillen die Nährbouillon gleichmäßig trübten und reichlich Sporen bildeten. Für Mäuse und Meerschweinchen waren diese Bazillen nicht pathogen; nur bei Einimpfung großer Mengen traten bei Meerschweinchen lokale Entzündungserscheinungen auf.

Fast zu gleicher Zeit hat Klein (1889) einen milzbrandähnlichen Bazillus beschrieben, den er aus dem Blute einer verendeten Kuh gezüchtet hatte (Bac. sessilis). Außerdem konnte er ein ähnliches Stäbchen aus verunreinigten Kulturen isolieren (Bac. leptosporus). Beide Arten zeigten in flüssigen Nährböden nur Oberflächenwachstum, waren beweglich und für Meerschweinchen nicht pathogen.

Der von Wahrlich (1892) beschriebene Pseudomilzbrandbazillus (Bac. pseudoanthracis), der von ihm aus Abwasser gezüchtet wurde, zeigte in seinen morphologischen Eigenschaften (Größe, Unbeweglichkeit) ebenfalls fast vollkommene Übereinstimmung mit dem Milzbrandbazillus. Nach Wahrlichs Beschreibung wächst dieser Bazillus in Gelatinestichkultur genau wie Milzbrand; im Gegensatze zu diesem verflüssigt er die Gelatine bedeutend schneller. In Nährbouillon bildet der Wahrlichsche Bazillus auf der Oberfläche der Flüssigkeit ein Häutchen und einen reichlichen Niederschlag im Reagenzröhrchen, ohne die Bouillon selbst zu trüben. Auf Kartoffel entsteht ein graubrauner Belag. Als besonderes, nach Wahrlich aber nicht konstantes Unterscheidungsmerkmal, wurde beobachtet, daß die einzelnen Bazillen abgerundete Enden zeigen und die Sporen im Vergleiche mit denen des Milzbrandbazillus mehr zylindrisch gestaltet sind. Eine Pathogenität für Mäuse wurde nicht beobachtet.

Aus Fleischfuttermehl von nachweislich südamerikanischer Herkunft hat Burri (1894) einen Bazillus gezüchtet (Bac. pseudoanthracis Burri), der morphologisch und besonders in der Kolonie auf Agar dem Milzbrandbazillus ähnelte, sich jedoch von diesem dadurch unterschied, daß der gezüchtete Bazillus beweglich war und in Gelatinestichkulturen keine Seitenäste bildete. Auch trat die Verflüssigung der Gelatine schneller ein als beim Milzbrandbazillus. Bei Züchtung in Bouillon wurde diese schwach getrübt, nach 2—3 Tagen bildete sich ein Oberflächenhäutchen. Zum Unterschied vom Milzbrand war die Sporenbildung, namentlich auf Kartoffel, eine derart reichliche, daß nach 24 stündigem Wachstum die Bazillen bereits in vollkommene Sporenfäden zerfallen waren. Als besonderes Merkmal wird noch angegeben, daß die 1—1,5 μ großen Sporen in der Mitte des Stäbchens entstehen. Für Mäuse und Meerschweinchen war dieser Bazillus bei subkutaner Impfung nicht pathogen; große Mengen verursachten bei intraperitonealer Einspritzung den Tod der Impftiere.

Willach (1896) hat einen Befund von milzbrandähnlichen Bazillen im Blute einer unter milzbrandverdächtigen Erscheinungen verendeten Kuh beschrieben. Dieser Fall ist insofern von Interesse, als er aus forensischen Gründen Veranlassung gegeben hat, die Differentialdiagnose zwischen Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen näher zu erörtern. Der beamtete Tierarzt hatte nämlich aus dem Blute und der Milz desselben Tieres einen Bazillus gezüchtet, der von einem Hygienischen Institut auf Grund seiner morphologischen und kulturellen Eigenschaften sowie seiner Pathogenität für Mäuse als Milzbrandbazillus, infolge seines Wachstums in Gelatine jedoch als eine „atypische“ Form des Milzbrandbazillus erklärt wurde. Im Gegensatze hierzu hat Willach vor Gericht den Standpunkt vertreten, daß die gefundenen Bazillen infolge ihrer Apathogenität für Meerschweinchen nicht als Bac. anthracis, sondern als Kadaverbazillen anzusprechen seien. Auch in seinem Gutachten kam das Institut schließlich zu dem Schlusse, daß die fraglichen Bazillen keine Milzbrand-, sondern Pseudomilzbrandbazillen wären, weil die aus den Organen der gestorbenen Mäuse und Meerschweinchen gezüchteten Bazillen später nicht mehr virulent waren und plötzlich im hängenden Tropfen Eigenbewegung zeigten.

Die durch die Burrischen Beobachtungen veranlaßten Untersuchungen von Hartleb und Stutzer (1897), die zwölf verschiedene Proben von Fleischfuttermehl aus verschiedenen Orten Deutschlands geprüft haben, führten zu dem Ergebnis, daß in sieben von diesen Proben

durch das Agarplattenverfahren Pseudomilzbrandbazillen nachgewiesen werden konnten, die morphologisch wie Milzbrandbazillen aussahen. In Bouillonkulturen zeigten jedoch drei dieser Stämme schwache Beweglichkeit, zwei weitere Stämme waren sogar stark beweglich. Im übrigen war das Wachstum in Bouillon nicht bei allen Stämmen gleich. Auch in Gelatinestichkulturen wuchsen diese Stämme teils wie Milzbrand, teils nicht so typisch. Für Mäuse und Meerschweinchen waren die gezüchteten Bazillen nicht pathogen. Auf Grund der kulturellen Eigenschaften ihrer Bazillen sind Hartleb und Stutzer zu der Überzeugung gekommen, daß es sich um ein und dieselbe Art von Pseudomilzbrandbazillen, jedoch um verschiedene Varietäten, handelt.

Mc. Farland (1898) stellte in Abezeßeiter einen Pseudomilzbrandbazillus fest, der infolge seiner großen morphologischen und kulturellen Ähnlichkeit mit dem Bac. anthracis von ihm Bac. anthracis similis genannt wurde. Der Bac. anthracis similis, auf dessen Vorkommen in der Folgezeit noch von verschiedener Seite hingewiesen worden ist, hat keine Eigenbewegung, bildet auf der Bouillon ein Oberflächenhäutchen und ist für Meerschweinchen und Mäuse nicht pathogen.

Als Erreger einer Bienenkrankheit hat Canestrini (1900) einen milzbrandähnlichen, für Mäuse und Meerschweinchen nicht pathogenen Bazillus beschrieben, der sich vom Milzbrandbazillus durch seine schwache Beweglichkeit in Bouillonkulturen unterschied und in Kartoffelkulturen einen rötlichen Farbstoff bildete.

Gottstein (1902) konnte in einer milzbrandverdächtigen Wolleprobe einen Pseudomilzbrandbazillus nachweisen, der in jungen Bouillonkulturen träge beweglich war. Die Bouillon wurde gleichmäßig getrübt, Gelatine rasch verflüssigt. Dieser Bazillus war für Mäuse, für Meerschweinchen jedoch nicht pathogen.

Fernerhin hat Zikes (1902) in Leitungswasser einen milzbrandähnlichen Bazillus nachgewiesen, der beweglich und für Versuchstiere nicht pathogen war.

Aus der Milch einer kranken Ziege hat Schulz (1902) einen für Mäuse nicht pathogenen Bazillus gezüchtet, der in Bouillonkulturen ein Oberflächenhäutchen bildete.

Bainbridge (1902) hat aus chinesischen Haaren (Tierhaaren?) einen milzbrandähnlichen Stamm isoliert, den er Bac. anthracoidis nannte. Das Wachstum dieses Bazillus in Bouillon und auf Agar sowie die morphologischen Merkmale waren dieselben wie beim Milzbrandbazillus. Von diesem unterschied er sich nur durch die Beweglichkeit und die Fähigkeit, die Gelatine rasch zu verflüssigen; die Pathogenität dieses Bazillus war sehr gering. Vom Bac. anthracoides (Hueppe) trennte er sich durch seine Eigenbewegung.

Einen weiteren milzbrandähnlichen Bazillus hat Roßhaur (1903) beschrieben, der namentlich in der Kolonie auf der Agarplatte mit dem Milzbrandbazillus übereinstimmte. Der Bazillus war beweglich, vollkommen unschädlich für Versuchstiere und trübte die Bouillon mit Bildung eines Oberflächenhäutchens gleichmäßig.

Bongert (1903) hat in seiner Arbeit über die bakteriologische Differentialdiagnose des Milzbrandes darauf hingewiesen, daß die Pseudomilzbrandbazillen infolge ihrer lebhaften Eigenbewegung im hängenden Tropfen vom Milzbrandbazillus unterschieden werden können. Beim Wachstum in Bouillon ist die Regel, daß die Pseudomilzbrandbazillen immer eine gleichmäßige Trübung der Flüssigkeit hervorrufen und niemals einen flockigen Niederschlag wie die Milzbrandbazillen bilden. Im Gegensatze zum Milzbrandbazillus bilden die Pseudomilzbrandbazillen immer ein Häutchen auf der Oberfläche der Bouillon. Hinsichtlich der Pathogenität bemerkt Bongert, daß diese Bazillen manchmal für Mäuse pathogen sein können. Im Blute der verstorbenen Mäuse findet man milzbrandähnliche Bazillen, die sich durch mehr gerundete Enden vom Bac. anthracis unterscheiden.

Fernerhin hat Baas (1903) drei Bakterienstämme von verschiedener Herkunft beschrieben, die in ihren kulturellen Eigenschaften, namentlich durch ihr Wachstum auf Agarplatten in Form gelockter Kolonien, auffallende Ähnlichkeit mit dem Milzbrandbazillus hatten. Vom Bac. anthracis unterschieden sie sich durch Beweglichkeit, schnelleres Wachstum und durch den Mangel an Pathogenität für weiße Mäuse. Baas hat auch besonders betont, daß das Agar- und Gelatineplattenverfahren zur Diagnose der Milzbrandbazillen nicht genüge, weil es milzbrandähnliche Bazillen gibt, die auf den Platten fast das gleiche Wachstum zeigen. Die Diagnose Milzbrand sei nur dann zu stellen, wenn die gefundenen Bazillen volle Tierpathogenität, Kapselbildung, Unbeweglichkeit und das typische Wachstum in Bouillon zeigen.

Ottolenghi (1903) hat drei weitere Pseudomilzbrandstämme untersucht, die in mancher Hinsicht dem Milzbrandbazillus sehr ähnlich waren. Der Stamm A zeigte Beweglichkeit; die Stämme B und C waren im allgemeinen unbeweglich, in Milchkulturen aber beweglich. In sämtlichen Nährböden wuchsen diese Bazillen vollkommen wie Milzbrand mit Ausnahme des Stammes B, der Blutserum verflüssigte und in Traubenzuckerbouillon Alkali bildete. Aus der Feststellung, daß Stamm A gering pathogen für Mäuse, B und C nicht pathogen waren, glaubte Ottolenghi folgern zu können, daß der aus Blut, das in einem öffentlichen Schlachthaus gesammelt worden war, isolierte Stamm A tatsächlich ein Milzbrandbazillus, zwar mit abgeschwächter Virulenz gewesen ist, während er den Stämmen B und C eine Mittelstellung zwischen dem Bac. subtilis und Bac. anthracis eingeräumt hat.

Kaesewurm (1904) hat festgestellt, daß man sogenannte Pseudomilzbrandbazillen aus den verschiedensten Substanzen tierischer Herkunft züchten kann (Blut, Milch, Milz, Wolle usw.). Eine von ihm näher geprüfte milzbrandähnliche Kultur glich morphologisch und kulturell den bisher beschriebenen Pseudomilzbrandbazillen. Nach seinen Untersuchungen unterscheiden sich die Pseudomilzbrandbazillen vom Milzbrandbazillus dadurch, daß die milzbrandähnlichen Bazillen fast ausnahmslos beweglich sind; daß sie Häutchen auf der Bouillon bilden; daß sie die Gelatine schnell verflüssigen und manchmal im Gelatinestich ein atypisches Wachstum zeigen; endlich dadurch, daß sie für Versuchstiere nicht pathogen sind.

Zwei als Pseudomilzbrandbazillen bezeichnete Stämme hat Baumann (1905) aus Wasser gezüchtet. Diese Bazillen hatten folgende Merkmale: Eigenbeweglichkeit der einzelnen Bazillen in 6—12-stündigen Kulturen (die Bazillenfäden selbst sind unbeweglich); reichliche Sporenbildung nach 24 Stunden bei 37°; Bouillonkultur anfangs unter Bildung eines Oberflächenhäutchens schwach getrübt, später durch Zubodensinken des Häutchens sich klärend; vollkommene Verflüssigung der Gelatine innerhalb 3 Tage unter Bildung eines Verflüssigungstrichters und eines Oberflächenhäutchens. Bei subkutaner Impfung größerer Bazillenmengen waren beide Stämme für Mäuse pathogen; durch Passage ließ sich jedoch die Virulenz nicht steigern. Baumann hat die Meinung vertreten, daß es sich bei den beiden fraglichen Stämmen um milzbrandähnliche, zur Gruppe des Heubazillus gehörige Bazillen, auf keinen Fall jedoch um Milzbrandbazillen gehandelt hat.

Levy (1905) isolierte aus Haaren und Hautkrusten, die wegen Trichophytonverdachts untersucht wurden, einen, namentlich in der Agarplattenkultur sehr milzbrandähnlichen Bazillus, der sich dadurch auszeichnete, daß die Bazillen in den ersten Generationen zunächst unbeweglich waren, nach weiterer Züchtung aber Beweglichkeit annahmen. Sowohl die einzelnen Stäbchen wie die kurzen Bazillenketten zeigten sich dann gleich gut beweglich. Impfungen von Mäusen und Meerschweinchen verliefen negativ, höchstens traten bei Meerschweinchen nach Verimpfung großer Bazillenmengen eine lokale Entzündung und ein Geschwür auf, das bald abheilte.

Ferner ist von Fitch (1909) ein weiterer milzbrandähnlicher Bazillus eingehend beschrieben worden, der aus dem Blute und der Milz eines unter unklaren klinischen Erscheinungen verendeten Pferdes gezüchtet worden war. In morphologischer Beziehung glich dieser Bazillus in Form und Größe vollkommen dem Bac. anthracis. Die Sporen, deren Bildung auf allen Nährböden, namentlich auf Kartoffel, in üppiger Weise erfolgte, waren von ovaler Gestalt und in der Mitte des Stäbchens gelegen. In jungen, nicht über 24 Stunden alten Kulturen waren die einzelnen Bazillen und besonders auch die Bazillenfäden lebhaft beweglich. In Gelatinestichkulturen trat längs des Stichkanals Wachstum in Form von seitlichen Ästen ein, wobei die Gelatine innerhalb 3—4 Tagen vollkommen verflüssigt wurde. Auf Agar entwickelten sich gelockte Kolonien mit verschlungenen Randfäden. In Bouillon bildete sich nach 24 Stunden ohne Trübung ein reichlicher flockiger Niederschlag; nach 36—48 Stunden hatte sich ein dickes Oberflächenhäutchen ausgebildet, das nach dem Aufschütteln zu Boden sank. In Milch erzeugte der fragliche Bazillus ohne sonstige Veränderung derselben Säure; Lackmusmolke wurde gerötet. Gasbildung in Traubenzucker-, Milchzucker- oder Rohrzuckerbouillon wurde nicht beobachtet; in der alkalischen Traubenzuckerbouillon wird Säure gebildet, während Milch- und Rohrzuckerbouillon alkalisch bleiben. Auf Kartoffeln entwickelte sich nur spärliches Wachstum ohne Farbstoffbildung. Eine Pathogenität für Mäuse oder Meerschweinchen konnte nicht festgestellt werden. Fitch hat aus seinen Untersuchungen geschlossen, daß die morphologischen Eigenschaften, abgesehen von der Beweglichkeit, und die Kulturmerkmale auf Agar und Gelatine nicht geeignet

sind, Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen voneinander zu differenzieren. Nur die Beweglichkeit und die Nichtpathogenität ermöglichen es, die Diagnose Pseudomilzbrand zu stellen.

Heim (1911) hat aus Faulflüssigkeit einen mit dem Namen Bac. anthracoides belegten Bazillus isoliert, der sich kulturell und morphologisch wie Milzbrand verhielt, aber nicht pathogen war und bei 37° leicht Involutionsformen bildete. Während der Bac. anthracis in Seidenpeptonlösung sich nicht entwickelte, wächst der fragliche Bazillus in dieser Lösung.

Endlich haben Pfeiler und Drescher (1913) bei ihren Untersuchungen über die Beziehungen der Pseudomilzbrandbazillen zu den Milzbranderregern neben der Präzipitationsmethode auch das morphologische und kulturelle Verhalten einer Anzahl von Pseudomilzbrandbazillen geprüft. Außer den bekannten Pseudostämmen (Hueppe, Wahrlich) wurden hierzu drei von ihnen selbst gezüchtete Stämme und zwei Vergleichsstämme anderer Herkunft untersucht. Der eine dieser drei Stämme stammte aus der Milz eines Schweines, das an brandiger Lungenentzündung eingegangen war; der zweite Stamm aus der Milz eines gesunden Rindes; der dritte Stamm stammte aus der Milz eines Rindes, bei dem kein Milzbrandverdacht vorlag. Während der erste und der zweite Stamm im allgemeinen die Kulturmerkmale der Pseudomilzbrandstämme zeigten und für Mäuse und Meerschweinchen vollkommen apathogen waren, ist es zweifelhaft, ob der dritte Stamm ebenso wie einer der Vergleichsstämme (Nr. 5) überhaupt ein Pseudomilzbrandbazillus gewesen ist. Da diese beiden Stämme sich von den bisher bekannten Pseudomilzbrandbazillen durch das Fehlen der Gelatineverflüssigung und durch ihre ziemlich hohe Virulenz unterscheiden, ist die Annahme wohl berechtigt, daß es sich in diesen Fällen nicht um Pseudomilzbrandbazillen gehandelt hat. Pfeiler und Drescher haben auf Grund von Absättigungsversuchen, die eine nahe Verwandtschaft dieser Stämme ergeben hatten, dementsprechend auch gefolgert, daß die genannten Stämme als abgeschwächte Milzbrandbazillen aufzufassen seien.

Das Ergebnis der vorstehend besprochenen Arbeiten ist dahin zusammenzufassen, daß unter dem Namen Pseudomilzbrandbazillen eine große Zahl von milzbrandähnlichen Bazillen beschrieben worden sind, die sich vom Bac. anthracis hauptsächlich durch folgende Eigenschaften unterscheiden: Die sogenannten Pseudomilzbrandbazillen zeigen Eigenbeweglichkeit in verschiedenem Grade; sie bilden in kürzester Zeit Sporen; sie verflüssigen die Gelatine innerhalb weniger Tage; sie bilden auf der Bouillon ein Oberflächenhäutchen; und endlich sind sie im allgemeinen für Versuchstiere nicht pathogen.

Um die morphologischen und kulturellen Eigenschaften des im vorliegenden Falle aus einem kranken Schweine gezüchteten Pseudomilzbrandbazillus nach allen Richtungen hin zu erforschen und die Beziehungen der Pseudomilzbrandbazillen zum Milzbrandbazillus klar zu legen, war es notwendig, eine große Anzahl Pseudo- und Milzbrandbazillen verschiedener Herkunft miteinander zu vergleichen.

Die zu diesem Zwecke benutzten Milzbrandstämme stammten aus folgenden Laboratorien [1]):

1. 12 Stämme (K. I, K. II usw.) aus dem Institute für Infektionskrankheiten „Robert Koch" (Laboratorium von Professor Jos. Koch), die, soweit sich ermitteln ließ, sämtlich aus dem Rinde gezüchtet waren;

2. 4 Stämme (Fr. 24, Fr. 25, Fr. 26 und Fr. 27) aus dem Hygienischen Institute der Tierärztlichen Hochschule Berlin (Geheimrat Frosch), Fr. 24, 25 und 26 waren aus dem Rinde, Fr. 27 aus dem Schweine gezüchtet;

3. 10 Stämme (Lf. 1, Lf. 2 usw.) aus dem veterinärbakteriologischen Laboratorium des Kaiserlichen Gesundheitsamtes in Lichterfelde (Regierungsrat Prof. Zwick). Lf. 1 stammte vom Pferde, Lf. 3 vom Schafe (Rußland), die übrigen vom Rinde.

---

[1]) Allen den Herren, die durch Zusendung von Kulturen meine Arbeit gefördert haben, an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank zu sagen, ist mir ein dringendes Bedürfnis.

4. Außerdem wurde mit Rücksicht darauf, daß der dieser Arbeit zugrunde gelegte Stamm aus dem Schweine gezüchtet worden war, eine größere Anzahl Milzbrandstämme vom Schweine geprüft: 1 Stamm (H) aus dem Bakteriologischen Laboratorium der Landwirtschaftskammer zu Halle a. S. (Dr. Raebiger); 10 Stämme (Br. 1, Br. 2 usw.) aus dem Laboratorium des Städtischen Schlachthofs zu Bremen (Dir. Elsasser). Diese Stämme waren im Dezember 1912 und Januar 1913 aus Schweinen isoliert worden, die unter den Erscheinungen des lokalen Milzbrandes erkrankt waren;

5. ein Stamm, der aus I. Milzbrandvakzine (Veterinär-Institut zu Kasan) gezüchtet worden war.

Mit Einschluß der im Laboratorium vorhandenen Milzbrandstämme standen insgesamt 41 Milzbrandstämme der verschiedensten Herkunft zu diesen Vergleichsuntersuchungen zur Verfügung. Sämtliche Stämme waren für Mäuse und Meerschweinchen pathogen.

Die Pseudomilzbrandstämme wurden teils selbst isoliert (Schweinefleisch, Fleisch- und Fischfuttermehl, Leinsamenmehl, Erde), teils von der Kràlschen Sammlung in Wien bezogen (Stamm Wahrlich, Stamm Hueppe). Zwei Stämme stammten aus dem Veterinärlaboratorium des Ministeriums des Innern zu St. Petersburg; einen Stamm verdanke ich dem Institut für Nahrungsmittelkunde an der Berliner Tierärztlichen Hochschule (Professor Bongert).

Über die Herkunft der geprüften Pseudomilzbrandstämme gibt folgende Zusammenstellung Auskunft:

Ps. I, Ausgangsstamm, der aus dem Schweinefleische gezüchtet wurde;
Ps. II, von Kràl bezogen (Bac. pseudoanthracis Wahrlich);
Ps. III, „ „ „ (Bac. anthracoides Hueppe);
Ps. IV, von Dr. Poppe aus Leinsamenmehl isoliert;
Ps. V, vom Veterinärlaboratorium des Ministeriums des Innern zu St. Petersburg erhalten (Bac. anthracis similis Mc. Farland);
Ps. VI, gleicher Herkunft wie Ps. V (Bac. anthracoides);
Ps. VII, von Prof. Bongert erhalten (Bac. pseudoanthracis);
Ps. VIII, von Dr. Fedders aus dem Dünndarm des Kaninchens gezüchtet;
Ps. IX, vom Verfasser aus Gartenerde isoliert;
Ps. X, Ps. XI, Ps. XII, Ps. XIII, } vom Verfasser aus Fleischfuttermehl verschiedener Herkunft gezüchtet;
Ps. XIV, aus russischer Gartenerde
Ps. XV, aus Gartenerde in Pankow
Ps. XVI, aus Fleischfuttermehl
Ps. XVII, aus Ackerboden bei Berlin
Ps. XVIII, aus Gartenerde der Umgebung von Berlin
Ps. XIX, aus Erdboden von einem Rieselfeld } vom Verfasser gezüchtet;
Ps. XX, von Reg.-Rat Prof. Lange erhalten (Pseudomilzbrandbazillus Senge);
Ps. XXI, von Prof. Zwick aus Gerstengrütze isoliert;
Ps. XXII, „ „ „ aus Kuhkot gezüchtet;
Ps. XXIII, vom Verfasser aus Knochenmehl gezüchtet.

Die kulturellen Eigenschaften der Pseudomilzbrandbazillen wurden auf folgenden Nährböden geprüft und mit denen des Milzbrandbazillus verglichen:

1. Agar,
2. Gelatine,
3. Kartoffel,

4. Fleischwasserpeptonbouillon,
5. Bouillon mit Zusatz von verschiedenen Zuckerarten,
6. Lackmusmolke,
7. Milch.

Ferner wurden das färberische Verhalten der Bazillen, namentlich mit Rücksicht auf die Kapsel- und Sporenbildung sowie die Beweglichkeit untersucht.

1. Wachstum auf Agar. Bei allen untersuchten Pseudostämmen konnte zunächst festgestellt werden, daß sich das Wachstum der einzelnen Kolonien auf der Agarplatte häufig in keiner Weise von dem des Milzbrandbazillus unterscheidet und somit Anlaß zur Verwechselung mit diesem geben kann. Diese Ähnlichkeit ist für die jungen Kolonien besonders charakteristisch. Betrachtet man diese bei schwacher Vergrößerung, so ist festzustellen, daß sich der Rand der Kolonien in ebensolche lockenförmig geschlängelte Strähnen auflöst wie bei Milzbrandkolonien. Beim Vergleich einer großen Zahl von Pseudo- und Milzbrandkulturen ist zwar manchmal ein geringer Unterschied in der Zahl und Anordnung der peripheren Fäden zu beobachten, der um so ausgeprägter wird, je älter die Kolonien werden. Auch in ihrem zentralen Teile zeigen die 24 stündigen Oberflächenkolonien des Pseudomilzbrandbazillus häufig eine ebensolche lockenförmige Oberfläche wie die Anthraxbazillen. Namentlich der aus dem Schweinefleisch isolierte Ausgangsstamm (Ps. I) bot in jungen isolierten Kolonien ein vollkommen typisches, dem Milzbrand ähnliches Bild (Tafel VII, Fig. 2[1])). Hinsichtlich der peripheren Ausläufer, deren Anordnung für das Wachstum des Milzbrandbazillus charakteristisch ist, besteht ein gewisser Unterschied insofern, als die Pseudomilzbrandkolonien auf der Agarplatte, bei schwacher Vergrößerung betrachtet, in einzelne Glieder zerfallene Fäden aufweisen. Dieser Unterschied war besonders gut ausgeprägt, wenn man gefärbte Abklatschpräparate untersuchte. Vergleicht man die Fig. 3 und 4 auf Tafel VII miteinander, so sieht man, daß beim Pseudoanthrax im Gegensatze zum Milzbrand die Bakterienfäden an den Rändern der Kolonie weniger wellig verlaufende Stränge bilden und in kleinere, aus einigen Bazillen bestehende Teilfäden und sogar in einzelne Bazillen zerfallen sind. Sämtliche übrigen Pseudostämme zeigten im allgemeinen ähnliche Kolonien. Bei einigen Stämmen (Ps. II, III, IV, VIII, IX, XI, XX, XXI, XXII und XXIII), die in ihrem äußeren Aussehen den Milzbrandkolonien weit ähnlicher waren als Stamm Ps. I, sah man häufig vollkommen intakte Fäden von deutlich ausgeprägter lockenförmiger Anordnung, so daß man diese Bazillen in den gefärbten Abklatschpräparaten nur schwer vom Milzbrand unterscheiden konnte. Bei Betrachtung der gefärbten Abklatschpräparate mit stärkerer Vergrößerung sind ebenfalls nur geringgradige Unterschiede in der Lagerung der einzelnen Fäden nachweisbar, die sich nur durch Vergleich mit einem auf gleiche Weise hergestellten Milzbrandpräparate feststellen lassen (Tafel VIII, Fig. 5 und 6).

Makroskopisch zeichnen sich die Pseudoanthraxkolonien in manchen Fällen noch dadurch aus, daß die unmittelbar aus dem ursprünglichen Materiale gezüchteten Kolonien häufig rund und etwas dicker erscheinen als Milzbrandkolonien. Daß dieses

[1]) Die Mikrophotogramme fertigte Herr Technischer Rat Dr. Heise, wofür ich ihm zu ganz besonderem Danke verpflichtet bin.

Merkmal kein konstantes ist, geht aber daraus hervor, daß die morphologisch dem Bac. anthracis nahestehenden Stämme (Ps. III, VIII, XI, XX, XXI und XXIII) häufig auch Kolonien mit makroskopisch sichtbaren Ausläufern ergeben haben. Die unmittelbar aus dem Boden oder aus Fleischfuttermehl gezüchteten Kolonien scheinen am häufigsten rund und in ihrer Peripherie ziemlich scharf abgegrenzt zu sein. Bei mikroskopischer Betrachtung solcher runden Kolonien mit schwacher Vergrößerung ist zu bemerken, daß ihre wellenförmigen Ränder ziemlich scharf begrenzt sind, daß die einzelnen Bazillenstränge parallel zueinander verlaufen und keine Ausläufer ausschicken. Solche Kolonien machen den Eindruck von etwas mehr verdichteten Milzbrandkolonien. Andererseits haben die Stämme, deren Kolonien mit Ausläufern ausgestattet sind, eine lockere Beschaffenheit und ein mehr granuliertes Aussehen, wie wir es beim Milzbrandbazillus zu sehen gewöhnt sind.

Auf Schrägagar wachsen die Pseudoanthraxbazillen stets etwas üppiger als Milzbrandkulturen. Ältere, namentlich 2—3tägige Kulturen, haben häufig im Vergleich mit Milzbrandkulturen eine stärker ausgeprägte weißliche Farbe und einen feuchtglänzenden Schimmer. Ferner nehmen alte Agarkulturen des Milzbrandes einen dunklen Farbenton an, was bei den Pseudomilzbrandbazillen in weit schwächerem Grade zu beobachten ist.

2. Gelatinekulturen. Das Wachstum des Bac. anthracis in Gelatinestichkulturen erfolgt bekanntlich in Form eines umgekehrten Tannenbaums oder richtiger in Form einer Zylinderbürste. Daneben kennt man ein atypisches Wachstum, bei dem längs dem Stichkanal die charakteristischen seitlichen Verästelungen nicht auftreten, sondern kurze, knotige Verdickungen entstehen. Am 2. bis 3. Wachstumstage beginnt die Gelatine sich zu verflüssigen in der Weise, daß am 3. Wachstumstage eine dünne Flüssigkeitsschicht auf der Oberfläche der Stichkultur sich bildet, ohne daß es zur Ausbildung eines Verflüssigungstrichters kommt.

Das Wachstum der Pseudomilzbrandbazillen in Gelatine ist dem der Milzbrandbazillen in vieler Beziehung ähnlich. Bemerkenswert war, daß sämtliche Pseudostämme die Gelatine weit energischer verflüssigen wie der Bac. anthracis; eine Erscheinung, die von allen Autoren hervorgehoben wird. Nach meinen Beobachtungen über das Wachstum der Pseudomilzbrandbazillen in Gelatinestichkulturen muß man anscheinend zwei Wachstumstypen unterscheiden. Der erste Typus, der etwas an den Milzbrand erinnert, unterscheidet sich von diesem nur dadurch, daß die vom Stichkanal seitwärts verlaufenden Ästchen gröber und länger sind, wie beim Bac. anthracis (Tafel VIII, Fig. 7 Nr. 3 und 4). Von den seitlichen Ästchen gehen wieder sekundäre Ausläufer aus, die sich miteinander verflechten, so daß das Wachstum in der Umgebung des Impfstichs ein moosartiges Gefüge zeigt. Auf diese Weise wachsen der aus dem Schweinefleische gezüchtete Stamm Ps I sowie die Stämme Ps II, IV, VII, VIII, IX, XI, XII, XIII, XVIII, XIX und XXI. Im großen und ganzen erinnert das Wachstumsbild der Gelatinekulturen von diesem Typus an einen Tannenbaum mit breiten Verästelungen, die jedoch nicht so zierlich und dicht sind wie beim Milzbrandbazillus. Die Verflüssigung der Gelatine, die bei diesem Typus parallel der Oberfläche der Gelatine fortschreitet, ist sehr energisch. Während die Verflüssigung

durch den Bac. anthracis nach dreitägigem Wachstum erst beginnt (Tafel VIII, Fig. 7 Nr. 1), erreicht die flüssige Gelatineschicht in gleichaltrigen Pseudoanthraxkulturen bereits eine Dicke von 4—5 mm (Tafel VIII, Fig. 7 Nr. 3 und 4). Der zweite Wachstumstypus der Pseudoanthraxbazillen in Gelatinestichkulturen (Tafel VIII, Fig. 7 Nr. 2), zu dem auch der Bacillus anthracoides (Hueppe) gehört, erinnert in etwas an das typische Wachstum der Anthraxgelatinekulturen. Dieser Wachstumstypus ist dadurch gekennzeichnet, daß längs dem Stichkanal knotige Verdickungen auftreten, ohne daß es zur Ausbildung von seitlichen Ästchen kommt. Die Verflüssigung der Gelatine geht hier ebenso energisch vor sich wie beim ersten Typus, breitet sich aber nicht ganz parallel der Oberfläche der Gelatine aus, sondern schreitet mehr trichterförmig in die Tiefe des Stichkanals fort. Dieser Verflüssigungstypus wurde außer beim Bac. anthracoides (Ps III) auch bei den Stämmen Ps V, VI, XIV, XV, XVI, XVII, XX, XXII und XXIII beobachtet.

Am 7. oder 8. Tage sind sämtliche Gelatinestichkulturen der Pseudoanthraxbazillen vollkommen verflüssigt.

Wachstum in Agarstichkulturen. Die Züchtung in Stichkulturen in quer erstarrtem Agar, den man durch Fällung mittels Eiweiß vollkommen durchsichtig gemacht hat, weist gegenüber der Gelatine deshalb gewisse Vorzüge auf, weil hierbei die die Beobachtung störende Verflüssigung vollkommen fortfällt. Ein weiterer Vorteil dieses Verfahrens ist, daß die Züchtung im Brutschrank bei 37° vorgenommen werden kann, wodurch es ermöglicht wird, schon am 2. Tage gut entwickelte Stichkulturen zu erhalten. Beim Vergleiche der Agarstichkulturen von Anthrax- und Pseudoanthraxbazillen konnte folgendes festgestellt werden. Der Milzbrandbazillus wächst genau so wie in Gelatinestichkulturen, indem sich längs dem Stichkanal am folgenden Tage zarte seitliche Ästchen entwickeln, die der Kultur das Aussehen einer Zylinderbürste verleihen. Diese Eigentümlichkeit behält die Kultur beim Verweilen im Brutschrank 5—6 Tage lang bei, worauf der Agar infolge des Weiterwachsens der seitlichen Äste seine Durchsichtigkeit einbüßt, wenn auch der allgemeine Wachstumstypus erhalten bleibt.

Die Pseudoanthraxbazillen lassen auch bei Züchtung in Agarstichkulturen gleichfalls die beiden Wachstumstypen wie auf Gelatine erkennen. Der erste Typus (Bac. pseudoanthracis) ergibt schon am 2. Tage seitlich des Stichkanals breite, sich wiederum verzweigende Ästchen, die länger und üppiger, gewöhnlich aber nicht so dicht wie beim Milzbrand sind. Der zweite Typus (Bac. anthracoides) zeigt ebenso wie in Gelatinestichkulturen längs dem Stichkanal entweder sehr kurze Ästchen oder kurze knotige Verdickungen. Da der Agar nicht verflüssigt wird, so bleibt das Wachstumsbild beim Verweilen im Brutschrank unverändert. Diejenigen der von mir untersuchten Pseudostämme, die nach ihrem Wachstum in Gelatine zum Typus des Bac. pseudoanthracis gehörten, waren auch auf Grund ihres Wachstums in Agarstichkultur zu diesem Typus zu rechnen. Ebenso stimmten die Stämme des Typus des Bac. anthracoides in Gelatine- und Agarstichkultur vollkommen überein.

3. Kartoffelkulturen. Während der Milzbrandbazillus auf Kartoffel ziemlich üppig, wenn auch nicht so gut wie auf Agar wächst. wobei die Kultur nach zwei bis

drei Tagen eine schmutzig gelbliche Farbe annimmt (Tafel IX, Fig. 8 Nr. 3), wuchs der Stamm Ps I auf Kartoffel bedeutend üppiger als der Milzbrandbazillus, indem schon in den ersten 24 Stunden ein schmutzigbräunlicher Belag entstand, der am dritten Tage eine rotbraune Färbung annahm (Tafel IX, Fig. 8 Nr. 1 und 2). In derselben Weise wuchsen die Stämme Ps II (Wahrlich) und Ps IV, X, XI, XII, XIII und XIX, die ebenfalls ein bräunliches Pigment bildeten. Diese Stämme waren übrigens auch auf Grund ihres Wachstums in Stichkulturen ein und demselben Typus (Bac. pseudoanthracis) zuzurechnen. Die übrigen Stämme zeigten dasselbe Wachstum wie der Bac. anthracoides Hueppe (Tafel IX, Fig. 8 Nr. 4), der auf Kartoffel einen dunkleren, schmutziggrauen Belag erzeugt, ohne daß beim weiteren Wachstum eine rötliche Verfärbung eintritt. Die meisten Pseudostämme, die in dieser Weise auf Kartoffel wuchsen, stimmten im allgemeinen auch hinsichtlich ihres Wachstums in Gelatine- und Agarstichkulturen überein (Bac. anthracoides) mit der Ausnahme, daß bei einigen Stämmen die Bildung eines rötlichbraunen Pigmentes vermißt wurde. Die Bildung eines rotbraunen Pigmentes in Kartoffelkulturen macht das Wachstum der Pseudoanthraxbazillen makroskopisch dem Wachstum des Bac. subtilis ähnlich; ein Unterschied besteht nur darin, daß der Bac. subtilis Kolonien von fast roter Farbe ohne bräunlichen Farbenton gibt.

Die Sporenbildung der Pseudoanthraxbazillen geht beim Wachstum auf Kartoffel weit energischer als auf Agar vor sich und ist augenscheinlich bereits innerhalb 12 bis 14 Stunden abgeschlossen.

4. Wachstum in Fleischwasserpeptonbouillon. Bouillonkulturen des Bac. anthracis bilden bekanntlich, ohne die Bouillon zu trüben, am Boden der Reagenzgläschen einen aus Bakterienfäden bestehenden flockigen zarten Niederschlag, der sich beim Aufschütteln in der Flüssigkeit in Form feinster Flocken verteilen läßt. Alle von mir geprüften Pseudoanthraxstämme gaben mit Ausnahme des Stammes Ps XVI nach 24stündigem Wachstum eine mehr oder minder bemerkbare Trübung der Bouillon. Es hat den Anschein, als ob die Trübung der eintägigen Bouillonkultur desto stärker auftritt, je beweglicher der betreffende Stamm ist. Der soeben erwähnte Stamm Ps XVI war vollkommen unbeweglich und gab in Bouillon ein Wachstum, das sich von demjenigen des Milzbrandbazillus in keiner Weise unterschied. Die Stämme Ps XX (Stamm Senge aus dem Menschen) und Ps XXI, die eine verhältnismäßig sehr schwache Beweglichkeit aufwiesen, trübten die Bouillonkultur innerhalb 24 Stunden ebenfalls nicht. Im übrigen ist zu sagen, daß die Bouillonkulturen sämtlicher Pseudoanthraxbazillen nach 3—4tägigem Verweilen im Brutschrank mehr oder minder durchsichtig werden und daher in ihrem äußeren Aussehen den Milzbrandkulturen sehr ähnlich werden. Ferner bildeten sämtliche Pseudostämme ohne Ausnahme in Bouillonkultur ein Oberflächenhäutchen. Bei einigen Stämmen trat die Häutchenbildung schon nach 24—48 Stunden auf, während bei anderen erst nach 2—3tägigem Aufenthalt im Brutschrank ein Häutchen sich entwickelte. Wenn man diesem Merkmal besondere Bedeutung auch nicht beimessen darf, so ist doch soviel zu sagen, daß die Bildung eines Oberflächenhäutchens in keinem Falle ausblieb. Das Bestreben der Pseudomilzbrandbazillen in flüssigen Nährböden in Oberflächenkultur zu wachsen, weist darauf

hin, daß diese Bazillen ein ziemlich erhebliches Sauerstoffbedürfnis haben, das wahrscheinlich größer ist als das der Milzbrandbazillen. In alten Milzbrandbouillonkulturen kann sich manchmal, wenn auch ziemlich selten, ein Oberflächenhäutchen auf der Bouillon entwickeln, das aber bedeutend später auftritt wie in Pseudomilzbrandkulturen.

5. Wachstum in Bouillon mit Zusatz von verschiedenen Zuckerarten. In ihrem äußeren Aussehen unterscheiden sich sowohl die Milzbrand- wie die Pseudomilzbrandkulturen in Bouillon, der verschiedene Zuckerarten zugesetzt sind, in keiner Weise von den gewöhnlichen Bouillonkulturen. Es war jedoch von Interesse, festzustellen, ob beim Wachstum der Pseudostämme in Zuckerbouillon eine Änderung der Reaktion der Bouillon eintritt. Wie in der Literaturzusammenstellung erwähnt wurde, hat Fitch beobachten können, daß Pseudoanthraxbazillen in alkalischer Traubenzuckerbouillon Säure bilden, während Milch- und Rohrzuckerbouillon alkalisch bleiben. Zur Nachprüfung dieser Angaben wurden Anthrax- und Pseudoanthraxbazillen in alkalischer Bouillon mit Zusatz von 1 Prozent Traubenzucker, Mannit oder Milchzucker gezüchtet. Nach 24stündigem Verweilen der Kulturen im Brutschrank wurde zu denselben zur Feststellung der Reaktion Lackmuslösung hinzugesetzt in der Menge, daß auf 10 ccm Zuckerbouillon 1 ccm Lackmuslösung gegeben wurde. In Bestätigung der Befunde von Fitch hat diese Prüfung, die mit einigen Milzbrand- und mit sämtlichen 23 Pseudostämmen ausgeführt wurde, ergeben, daß sowohl die Milzbrand- wie die Pseudobazillen in 1prozentiger Traubenzuckerbouillon nach 24-stündigem Wachstum deutliche Säurebildung zeigten. In Mannit- oder Milchzuckerbouillon trat ein Umschlag der Reaktion nicht ein. Gasbildung konnte beim Wachstum in Zuckerbouillon sowohl bei den Anthrax- wie bei den Pseudoanthraxbazillen niemals beobachtet werden, ebenso wie sich ein sonstiger Unterschied im Wachstum nicht bemerkbar machte.

6. Wachstum in Lackmusmolke. Petruschky hat schon im Jahre 1890 festgestellt, daß die Milzbrandbazillen bei Züchtung in Lackmusmolke Säure bilden, wodurch die neutrale, violett gefärbte Lackmusmolke sich rötet. Bei der Untersuchung von 40 Milzbrandstämmen konnte ich mit einer einzigen Ausnahme vollkommen bestätigen, daß schon nach 24 Stunden, deutlicher nach 2 Tagen, eine Rotfärbung der Lackmusmolke infolge Säurebildung eintritt. Im übrigen blieben die Milzbrandkulturen in Lackmusmolke klar und durchsichtig, wobei am Boden der Reagenzgläschen der für Milzbrand in flüssigen Nährböden charakteristische, flockige, lockenartige Niederschlag auftrat.

Dagegen zeigten sämtliche Pseudostämme bei Züchtung in Lackmusmolke gegenüber den Anthraxbazillen bedeutende Unterschiede. Bei sämtlichen Pseudomilzbrandstämmen wurde in vollkommen eindeutiger Weise beobachtet, daß sie bei Züchtung in Lackmusmolke innerhalb der ersten 24 Stunden die Farbe der Molke entweder überhaupt nicht verändern oder höchstens einen bläulichen Farbenton hervorrufen. Nach 2 bis 3tägigem Wachstum werden die Kulturen infolge Alkalibildung deutlich blau. Die Alkalibildung läßt sich besonders deutlich wahrnehmen, wenn man gleichzeitig ein Reagenzgläschen mit Milzbrandkultur, ein unbeimpftes Kontrollröhrchen und ein Reagenzgläschen mit einer Kultur von Pseudoanthrax-

bazillen miteinander vergleicht (Tafel IX, Fig. 9). Während das Kontrollröhrchen eine auf neutrale Reaktion hinweisende violette Farbe hat, zeigt das Röhrchen mit der Pseudoanthraxkultur eine deutlich blaue Farbe, die nach 2 bis 4 Tagen noch intensiver wird. Hieraus geht also hervor, daß die Pseudoanthraxbazillen im Gegensatze zu den Milzbrandbazillen Alkalibildner sind.

Da meine sämtlichen 23 Pseudomilzbrandstämme in Lackmusmolke Alkali bildeten und dementsprechend eine dauernde Bläuung hervorriefen, glaube ich, daß dieser Eigentümlichkeit eine differentialdiagnostische Bedeutung beizulegen ist, die die Möglichkeit gewährt, Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen voneinander zu unterscheiden. Fitch hat zwar bei seinem Pseudostamm, der mir zur Nachuntersuchung nicht zur Verfügung stand, eine Rötung der Lackmusmolke beschrieben. Auf Grund meiner umfangreichen Untersuchungen bin ich jedoch der Ansicht, daß dieser Befund ein irrtümlicher gewesen sein muß. Auch Pfeiler und Drescher haben bei den von ihnen geprüften Pseudomilzbrandstämmen gleichfalls eine Bläuung der Lackmusmolke beobachtet.

Im Zusammenhange mit diesen Ergebnissen muß erwähnt werden, daß die aus dem Schweine gezüchteten Milzbrandstämme in der Rötung der Lackmusmolke insofern einen gewissen Unterschied von den aus Rindern stammenden Milzbrandbazillen erkennen ließen, als einige derselben (Stamm H, Br 2, 3, 4, 5, 7, 8 und 9) zunächst die Molke röteten, dann aber vom 6. bis 7. Tage an die Molke bläuten, wodurch sie sich in gewissem Sinne dem Verhalten der Pseudomilzbrandbazillen näherten. Da diese Stämme, wie vorweg genommen sei, auch bei der serologischen Untersuchung Antigene lieferten, die sowohl mit Anthrax- als auch mit Pseudoanthraxserum in gleichem Maße Komplement banden, so darf man die Vermutung aussprechen, daß unter den Milzbrandstämmen vom Schweine solche vorkommen, die biologisch (unabhängig von ihrer Virulenz) einen Übergang zu den Pseudoanthraxbazillen darstellen.

7. Wachstum in Milch. Sowohl die Anthrax- als auch die Pseudoanthraxbazillen brachten die Milch zum Gerinnen. Eine geringe Differenz bestand zwischen beiden Bazillenarten nur in der Richtung, daß bei den Pseudoanthraxbazillen nach meinen Beobachtungen die Milchgerinnung etwas energischer vor sich geht als beim Milzbrandbazillus. Nach 3- bis 4tägigem Wachstum der Bazillen wurde die geronnene Milch wieder peptonisiert und flüssig, ohne daß ein besonderer Unterschied zwischen den Anthrax- und den Pseudoanthraxkulturen beobachtet werden konnte.

Über die **morphologischen Merkmale** der Pseudomilzbrandbazillen ist im besonderen folgendes zu bemerken. Bei der Färbung mit den gewöhnlichen Anilinfarbstoffen und nach Gram konnte ein Unterschied zwischen dem Bac. anthracis und dem Bac. pseudoanthracis, gleichgültig auf welchen Nährböden sie gezüchtet worden waren, nicht beobachtet werden. Die Pseudobazillen bildeten wie der Milzbrandbazillus in Kulturen, namentlich auf Agar, Bazillenfäden. Die einzelnen Bazillen haben scharfe Enden, jedoch sind in fast jeder Kultur zahlreiche Stäbchen anzutreffen, deren Enden mehr oder weniger stumpf sind. Auch erscheinen die auf Kartoffel gezüchteten Pseudobazillen bisweilen etwas dicker und mit mehr abgerundeten Enden als die auf Agar gezüchteten. Diesen morphologischen Merkmalen ist aber, wie

vergleichende Untersuchungen gezeigt haben, eine diagnostische Bedeutung nicht beizulegen.

Niemals zeigten die Pseudomilzbrandbazillen eine deutliche Kapselbildung, während bekanntlich die aus dem Tierkörper stammenden Milzbrandbazillen eine deutliche Kapsel nie vermissen lassen. Gerade das Fehlen einer solchen Kapsel hatte den Gedanken nahegelegt, daß der aus dem Schweine gezüchtete Stamm, der in den ersten Generationen für Mäuse virulent war, kein Milzbrand-, sondern ein Pseudomilzbrandbazillus sei. Auch alle übrigen Pseudostämme, die nach dieser Richtung hin, besonders mittels der Oltschen Färbung, untersucht wurden, ergaben dasselbe Ergebnis. Durch diese Untersuchungen an einer großen Zahl von Pseudomilzbrandbazillen ist aufs neue bewiesen worden, daß eine deutliche, färberisch zur Wahrnehmung zu bringende Kapselbildung bei den Pseudoanthraxbazillen fehlt.

Die Milzbrand- wie die Pseudomilzbrandbazillen sind bekanntlich typische sporenbildende Bakterien. Die Sporenbildung geht jedoch bei den Pseudoanthraxbazillen auf festen Nährböden, namentlich auf Agar und Kartoffeln, weit rascher und energischer vor sich als beim Bac. anthracis. Während die Sporenbildung der Anthraxbazillen auf Agar und Kartoffeln innerhalb des ersten Wachstumstages noch nicht abgeschlossen ist, sind zu dieser Zeit bei den Pseudobazillen ausschließlich sporentragende Bazillen vorhanden. In flüssigen Nährböden (Bouillon und Lackmusmolke) geht die Sporenbildung bei beiden Bakterienarten nicht so energisch vor sich wie beim Wachstum auf festen Nährböden. Ein besonders ausgeprägter Unterschied in der Energie der Sporenbildung zwischen den falschen und echten Milzbrandbazillen konnte in flüssigen Nährböden nicht beobachtet werden. In der Form der Sporen sind die Pseudobazillen gegenüber den Anthraxbazillen bis zu einem gewissen Grade verschieden. Die Sporen der Pseudobazillen sind stets etwas größer und haben eine stärker ausgeprägte ovale Form. Die Sporen der Anthraxbazillen liegen stets in der Mitte des Stäbchens und haben dagegen in der Regel mehr oder weniger rundliche Form. Bei den Pseudoanthraxbazillen sind die Sporen zwar gleichfalls in der Regel in der Mitte des Stäbchens gelagert; man begegnet aber auch Stämmen, die eine größere Anzahl von Stäbchen aufweisen, welche die Sporen an ihrem Ende tragen. Diese Erscheinung wurde bei den Stämmen Ps VIII und XI beobachtet, die bei Züchtung auf festen Nährmedien fast ausschließlich Bazillen mit endständigen, jedoch ebenfalls ovalen Sporen darboten.

Die Mehrzahl der Pseudoanthraxbazillen zeigte aktive Beweglichkeit, wodurch sie sich von den in jedem Falle unbeweglichen Milzbrandbazillen sicher unterscheiden. Die meisten Pseudostämme waren deutlich beweglich, wobei inbezug auf den ersten Ausgangsstamm (Ps I) gesagt werden muß, daß seine Beweglichkeit ursprünglich in den ersten Generationen relativ nicht sehr energisch war, bei weiterer Züchtung auf künstlichen Nährböden aber zunahm. Einige Stämme (Ps XX und XXI) waren allerdings nur schwach beweglich. Ein Stamm (Ps XVI), der aus Fleischfuttermehl isoliert worden war, war sogar vollkommen unbeweglich.

Im besonderen ist über die Art der Beweglichkeit der Pseudoanthraxbazillen auf Grund der an allen 23 Stämmen gemachten Beobachtungen folgendes zu be-

Tabelle 1: Kulturelle und morphologische Unterschiede

	Agar-		Gelatinestich	Kartoffel
	Platte	Stich		
Bac. anthracis.	Oberflächenkolonien von lockenförmig. Struktur; von dem Rand der Kolonie gehen wellig verlaufende Stränge aus. Im Abklatschpräparat stark verschlungene, parallel gelagerte Bazillenfäden.	Bürstenähnliches Wachstum (Tannenbaum).	Bürstenähnliches Wachstum, langsame Verflüssigung der Gelatine.	Gelblicher Belag.
1. Typus: Bac. pseudoanthracis.	Oberflächenkolonien von weniger lockiger Struktur, am Rand schwächere und unregelmäßig gestaltete Ausläufer. Im Abklatschpräparat verzweigte und zerfallene Bazillenfäden.	Breitenwachstum in Form eines dichten verzweigten Flechtwerks.	Breitenwachstum in Form dickerer, sich verzweigender Ästchen, schnelle Verflüssigung der Gelatine.	Bräunlicher Belag.
2. Typus: Bac. anthracoides.	Desgl.	Knopfähnliche Kolonien.	Knopfähnliche Kolonien, schnelle Verflüssigung der Gelatine.	Schmutziggrauer Belag.

merken. In flüssigen Nährböden sind die einzelnen Bazillen vollkommen aktiv beweglich; die Beweglichkeit der kurzen Fäden ist gleichfalls deutlich ausgeprägt; bei den längeren Fäden erfolgt die Bewegung durch Krümmung und Streckung des Fadens, wodurch die Bewegung schlangen- oder spirochätenähnlich wird. Bei einigen Stämmen war die Bewegung der Fäden besonders langsam (Ps II, VI, VIII, XIII, XIV, XVII, XVIII, XX und XXI) und erfolgte in der Weise, daß die Fäden sich bei der Fortbewegung nur schwach krümmten. Häufiger kommt es vor, daß die langen Bazillenfäden vollkommen unbeweglich sind und sich infolgedessen in keiner Weise von den Fäden der Anthraxbazillen unterscheiden.

Auf Grund der an allen Stämmen gemachten Beobachtungen war weiterhin festzustellen, daß die Beweglichkeit der Pseudoanthraxbazillen mit der Sporenbildung in einem gewissen Zusammenhange steht. In jungen 12—18stündigen Bouillonkulturen, in denen es gewöhnlich lange Bazillenfäden noch nicht gibt, sind fast sämtliche Bazillen lebhaft beweglich. Bilden sich dann in den Bazillen Sporen, so werden die Bakterien unbeweglich. Kein einziges Mal ist es möglich gewesen, eine Beweglichkeit von sporentragenden Pseudoanthraxbazillen zu beobachten. Der auf dem Boden des Reagenzgläschens der 2—3tägigen Bouillonkulturen sich ansammelnde reichliche Bakterienniederschlag, der zum weitaus größten Teil aus sporentragenden Fäden und einzelnen Stäbchen besteht, enthält vollkommen unbewegliche Bazillen, soweit diese

zwischen Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen.

Lackmusmolke	Bouillon	Beweglichkeit	Kapselbildung	Sporenbildung	Hämolyse
Dauernde Rötung (oder unverändert).	Klar, flockiger Bodensatz.	Unbeweglich.	Vorhanden.	Sporen rund bis länglich.	Keine Hämolyse auf der Blutplatte.
Bläuung.	Getrübt, nach einigen Tagen sich klärend, reichlicher flockiger Bodensatz.	Beweglich.	Keine Kapselbildung.	Sporen größer, Sporenbildung schneller und reichlicher.	Starke Hämolyse auf der Blutplatte.
Bläuung.	Desgl.	Beweglich.	Keine Kapselbildung.	Desgl.	Starke Hämolyse anf der Blutplatte.

Sporen enthalten. Die sporenfreien Bazillen und die sporenfreien Fäden haben auch in diesen Fällen ihre Beweglichkeit behalten.

Da die Sporenbildung bei den Pseudomilzbrandbazillen auf Agarkulturen weit energischer vor sich geht als in flüssigen Nährböden, sieht man im hängenden Tropfen aus dem Agarbelag fast stets nur unbewegliche Bazillen und Fäden, im hängenden Tropfen aus dem Kondenswasser kann man dagegen fast immer bewegliche asporogene Stäbchen auffinden.

Auf Grund der vergleichenden kulturellen Untersuchung, namentlich des Wachstums in Stichkultur und auf Kartoffel, hat sich ergeben, daß bei den Pseudomilzbrandbazillen nach Poppe zwei Typen unterschieden werden können:

1. Typus Pseudoanthracis, dem der aus Schweinefleisch isolierte Stamm Ps. I sowie die Stämme Ps. II (Wahrlich), Ps. IV, VII (Bongert), Ps. VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XVIII, XIX und XXI zuzuzählen sind.

Dieser Typus gibt in Gelatine- und Agarstichkulturen üppiges Wachstum in Form eines dichten, starkverzweigten Flechtwerks längs dem Impfstich. Im Gegensatze zum Bac. anthracis sind die Ästchen beim Bac. pseudoanthracis nicht so dicht, breiten sich aber weiter seitlich vom Impfstich aus und geben häufig ihrerseits weitere Verästelungen ab. Die Verflüssigung der Gelatine geht bei diesem Typus bedeutend energischer vor sich als beim Milzbrandbazillus in der Weise, daß die

Verflüssigung in den Stichkulturen von oben beginnt und sich parallel der Oberfläche der Gelatine ausbreitet. Beim Wachstum auf Kartoffel zeigt die Mehrzahl der Stämme von diesem Typus die Bildung eines bräunlichen Belags.

2. Typus Anthrakoides, zu dem die Stämme Ps. III (Hueppe), Ps. V, VI, XIV, XV, XVI, XVII, XX, XXII und XXIII gehören.

Dieser Typus zeigt in Gelatine und Agarstichkulturen keine seitlichen Verästelungen, sondern bildet längs dem Stichkanal kurze knotige seitliche Verdickungen, ähnlich dem atypischen Wachstum des Milzbrandbazillus. Die Verflüssigung der Gelatine, die ebenso energisch wie beim Typus Pseudoanthracis ist, geht nicht parallel der Oberfläche, sondern dem Stichkanal entlang vor sich, so daß ein Verflüssigungstrichter entsteht. Das Wachstum auf Kartoffel erfolgt in Form eines schmutziggrauen Belags, ein bräunlicher Farbstoff wird nicht gebildet. Manche Stämme von diesem Typus zeichnen sich noch dadurch aus, daß die Sporen endständig gelagert sind.

In Tabelle 1 (Seite 556 u. 557) sind die hauptsächlichsten kulturellen und morphologischen Merkmale der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen zusammengestellt.

II. Unterscheidung der Pseudomilzbrand- und Milzbrandbazillen durch serologische Methoden.

Von den serologischen Methoden (Agglutination, Präzipitation und Komplementablenkung), die bekanntlich zur Feststellung der Beziehungen zwischen nahestehenden Arten von Mikroorganismen besonders geeignet sind, ist die Agglutination bei der Untersuchung der Anthrax- und Pseudoanthraxbazillen wenig brauchbar, weil sich infolge der Fähigkeit der genannten Bazillen, lange Fäden zu bilden, keine gleichmäßigen Bazillenaufschwemmungen herstellen lassen. Da es außerdem nicht angängig ist, die mit den beweglichen Pseudomilzbrandbazillen erhaltenen Ergebnisse mit denen zu vergleichen, die mit den unbeweglichen Milzbrandbazillen erhalten werden, so scheidet die Anwendung dieser Reaktion von vornherein aus. Durch den angegebenen Umstand ist es auch zu erklären, daß frühere Autoren, die sich mit dem Studium der Agglutination der Anthraxbazillen befaßt haben (Sobernheim, Pokschischewsky), mit dieser Methode nur unbestimmte Resultate erzielten.

Weit geeigneter sind zweifellos die Präzipitation und Komplementablenkung, weil mit Hilfe dieser Reaktionen gleichartige und infolgedessen miteinander vergleichbare Resultate erhalten werden.

A. Präzipitation.

Durch die grundlegenden Arbeiten von Ascoli ist gezeigt worden, daß die Präzipitinreaktion für die Milzbranddiagnose eine besondere spezifische Bedeutung hat, insofern als es mit dieser Methode gelingt, sowohl das Präzipitinogen in Milzbrandkulturfiltraten wie in Organen von Tieren nachzuweisen, die an Milzbrand zugrunde gegangen sind. Die Spezifität dieser Reaktion, deren diagnostische Bedeutung von der großen Mehrzahl der Forscher anerkannt wird, liegt darin, daß das präzipitierende Milzbrandserum nur mit Extrakt aus Milzbrandbazillen an der Berührungs-

stelle der aufeinandergeschichteten Flüssigkeiten einen Niederschlag oder einen Ring bildet, dessen Bildung ausbleibt, wenn man Milzbrandserum mit heterologen Bazillenextrakten versetzt. Es ist jedoch zu bemerken, daß Ascoli selbst in einer seiner ersten Arbeiten darauf hingewiesen hat, daß sein Serum mit Extrakten aus sogenannten Pseudomilzbrandbazillen eine mehr oder weniger deutliche Reaktion gibt. Der Wert der Reaktion vom praktischen und diagnostischen Staudpunkt werde dadurch nicht beeinträchtigt.

Valenti untersuchte dann, ob sich mittels der Präzipitation ein Unterschied zwischen Anthrax- und Pseudoanthraxbazillen feststellen läßt. Valenti gelangte hierbei zu dem Schlusse, daß man mit dieser Methode die erwähnten beiden Arten voneinander nicht unterscheiden kann. Zu demselben Ergebnisse sind de Gasperi, Schütz und Pfeiler, O. Meyer u. a. gelangt, die ebenfalls beobachtet haben, daß Extrakte aus Pseudomilzbrandbazillen positiv mit präzipitierendem Milzbrandserum reagieren können. Pfeiler und Drescher, die die Beziehungen der Pseudomilzbrandbazillen zu den Milzbranderregern mittels der Präzipitationsmethode näher untersucht haben, haben gezeigt, daß sämtliche sieben geprüften Pseudoanthraxbazillenstämme mit Ascolischem Serum positive Präzipitation ergaben. Häufig war die Reaktion mit diesen Stämmen sogar weit stärker als mit Extrakten aus Kulturen des Milzbrandbazillus. Um die Gruppenpräzipitine auszuschalten, gingen Pfeiler und Drescher so vor, daß sie das präzipitierende Milzbrandserum nach Art des Castellanischen Versuchs mit Milzbrandbazillenextrakten behandelten. Hierbei zeigte sich, daß präzipitierende Sera, die mit Milzbrandbazillenextrakt bis zur Wirkungslosigkeit abgesättigt waren, noch mit den Pseudoextrakten präzipitierten. Es ist daher nicht möglich, mittels der Präzipitationsmethode die Milzbrandpräzipitine von den Präzipitinen der Pseudoanthraxbazillen zu unterscheiden.

Aus den Befunden der früheren Forscher ergibt sich somit, daß die Spezifität der Präzipitationsreaktion beim Milzbrand auf die Art des Bac. anthracis nicht beschränkt bleibt, sondern noch für eine ganze Gruppe von verwandten Bazillen gilt, die unter dem Namen Pseudoanthraxbazillen zusammengefaßt werden. Für praktische Verhältnisse kommt diesem Umstand, was nochmals betont sei, jedoch keine weitere Bedeutung zu.

Um die biologischen Beziehungen zwischen den Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen näher zu erforschen, wurde eine große Reihe von Präzipitationsversuchen angestellt, zu denen in der Hauptsache wässerige Extrakte und außerdem zum Zwecke des Vergleichs Organextrakte verwendet wurden.

Versuchstechnik. Um möglichst gleichmäßige Resultate zu erhalten, wurden ausschließlich Kochextrakte benutzt, die den Vorzug haben, daß sie stets unter vollkommen gleichen Bedingungen hergestellt werden können. Die Extrakte aus Anthrax- und aus Pseudoanthraxbazillenkulturen wurden in folgender Weise hergestellt. Eine eintägige Schrägagarkultur, deren Oberfläche vollständig mit Kulturbelag bedeckt war, wurde mit 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmt. Die so erhaltene Bazillenaufschwemmung wurde eine halbe Stunde im Autoklaven bei 110° erhitzt und hierauf bis zur vollkommenen Klarheit durch Asbest filtriert. Meistens wurde die Filtration in besonderen kleinen Trichtern vorgenommen, auf deren Boden zunächst eine Schicht Watte und hierauf eine Schicht feuchten Asbests von 3—4 mm Dicke gebracht wurde. Die so vorbereiteten Trichterchen wurden schließlich noch kurze Zeit im

strömenden Dampf sterilisiert. Da die vollkommene Klarheit der Extrakte unbedingte Voraussetzung für die Richtigkeit der Präzipitationsergebnisse ist, wurde auf die Filtration der Bazillenextrakte die größte Sorgfalt verwendet.

Als präzipitierendes Serum wurde Ascolisches Serum verwendet, das teils von der Firma W. Gans in Oberursel, teils von den Höchster Farbwerken bezogen wurde. Beide Sera hatten ungefähr den gleichen Wert und ergaben unmittelbar nach dem Überschichten an der Berührungsstelle zwischen Antigen und Serum einen deutlichen Präzipitationsring. Die Reaktion, die ausnahmslos in Form der Schichtmethode angestellt wurde, wurde in der Weise ausgeführt, daß in kleine Reagenzröhrchen je 1 ccm des zu prüfenden Antigens und dann mittels Pasteurscher Pipette auf den Boden des Gläschens das Serum möglichst vorsichtig, damit sich die Flüssigkeiten nicht vermischten, gebracht wurde.

Herstellung präzipitierender Antisera. Nachdem durch die Untersuchungen von Ascoli gezeigt worden war, daß die Herstellung von präzipitierendem Milzbrandserum beim Kaninchen nur schwer gelingt, haben Ascoli und Valenti darauf aufmerksam gemacht, daß es gelingt, am Esel brauchbare präzipitierende Sera zu gewinnen. Diese Angaben der genannten Forscher sind dann von allen späteren Autoren bestätigt worden.

Ascoli und Valenti gelangten auf Grund ihrer Versuche zu der Überzeugung, daß der Hauptfaktor bei Herstellung des präzipitierenden Serums nicht in der Virulenz der Bazillen, sondern in dem bakteriellen Eiweiß selbst liegt. Sie haben demnach avirulente oder schwach virulente Milzbrandstämme zur Immunisierung benutzt. Ascoli hat dann wiederum vorgeschlagen, zur Herstellung von Serum am Kaninchen Bakterienextrakte zu verwenden. Markoff, der diese Methode hauptsächlich am Kaninchen nachgeprüft hat, ist zu dem Schlusse gelangt, daß man mittels keimfreier Extrakte aus Milzbrandbazillen beim Kaninchen ein spezifisches präzipitierendes Anthraxserum gewinnen kann. Nach Markoff empfiehlt es sich, Kaninchen innerhalb eines Zeitraums von 8—10 Wochen 10—15 mal mit Extrakten zu behandeln.

Schütz und Pfeiler haben gezeigt, daß man unter Umständen, wenn auch nicht häufig, vom Kaninchen befriedigende präzipitierende Sera gewinnen kann. Bei einem Material von 36 Kaninchen haben sie nur einmal ein gutes Serum erhalten von einem Kaninchen, das zunächst mit dem Sobernheimschen Milzbrandserum und dann mit lebender Milzbrandkultur von schwacher und mittlerer Virulenz immunisiert worden war. Das Kaninchen hatte innerhalb 54 Tagen 10 Injektionen von lebenden Bazillen erhalten, deren Menge bis auf drei Agarkulturen gesteigert wurde. Im großen und ganzen sind auch diese Autoren auf Grund ihrer Experimente der Ansicht, daß sich Esel und Pferd zur Gewinnung von präzipitierendem Milzbrandserum am besten eignen. Zur Immunisierung sind ihrer Meinung nach lebende schwach- oder mittelvirulente Kulturen am brauchbarsten, deren Einverleibung in den Organismus am besten intravenös zu geschehen hat. Die Verwendung von abgetöteten Bazillen oder von Bakterienextrakten ruft, wie sie auf Grund ihrer Versuche annehmen, in der Mehrzahl der Fälle keine Bildung von präzipitierenden Antikörpern hervor. Nur ausnahmsweise gelingt es, auf diese Weise präzipitierendes Serum zu gewinnen.

Aber auch bei der Anwendung von lebenden Kulturen zu Immunisierungszwecken muß man gleichfalls im Auge behalten, daß bei der Gewinnung eines guten präzipitierenden Serums nicht nur die Individualität des Tieres, sondern auch die Eigenart des jeweiligen Milzbrandstammes eine Rolle spielen. Pfeiler und Drescher haben nämlich festgestellt, daß unter den Milzbrandstämmen solche vorkommen, die ein gutes Serum liefern, während es andererseits Stämme gibt, die auch dann keine Bildung von Präzipitinen bewirken, wenn sie Tieren injiziert werden, die sonst ein gutes Serum zu liefern pflegen. Nach den Beobachtungen von Schütz und Pfeiler sowie von Pfeiler und Drescher spielt hierbei augenscheinlich das Vorhandensein von Kapseln bei den Bakterien eine wichtige Rolle, während die Virulenz derselben im Gegenteil bedeutungslos ist. Nach der Ansicht der erwähnten Autoren haben die Stämme, die im Körper des Tieres zahlreiche Kapseln zu bilden imstande sind, zugleich auch gute präzipitinogene Eigenschaften. Auch russische Autoren, (Andrijewski, Alexejew), erhielten nur mit lebenden Milzbrandkulturen gute Resultate. Andrijewski gewann sein Serum vom Esel, Alexejew vom Pferde. Beide verwendeten sie, von der Angabe Ascolis ausgehend, daß die Virulenz der Bakterien im vorliegenden Falle keine Rolle spielt, Milzbrandvakzine, womit sie durchaus befriedigende Ergebnisse erzielten.

Bei meinen eigenen Immunisierungsversuchen benutzte ich zunächst Thermoextrakte als Antigen. Nur in einem Falle (Tabelle 2) ist es mir auf diese Weise gelungen, bei einem Kaninchen, das intravenös, dann intraperitoneal mit Milzbrandkulturextrakt behandelt wurde, ein präzipitierendes Serum zu erhalten[1]).

Tabelle 2. Immunisierung von Kaninchen mit Milzbrandbazillenextrakt.

Tag der Impfung	Art der Impfung	Impfmaterial	Menge ccm	Gewicht g	Ergebnis
1912 10. 11.	intravenös	Milzbrandbazillenextrakt	1,0	2165	
„ 11. 11.	„	„	2,0		
„ 12. 11.	„	„	4,0		
„ 13. 11.	intraperitoneal	„	5,0	2150	
„ 16. 11.	„	„	5,0		25. 11. Serum präzipitiert nicht.
„ 29. 11.	„	„	5,0	2100	
„ 4. 12.	„	„	5,0	2060	
„ 9. 12.	„	„	10,0	2030	
„ 13. 12.	„	„	10,0	2050	20. 12. Serum präzipitiert nicht.
1913 14. 1.	„	„	5,0		
„ 16. 1.	„	„	5,0	2080	
„ 20. 1.	„	„	10,0		
„ 22. 1.	„	„	15,0		
„ 25. 1.	„	„	20,0	2060	25. 1. Schwache Präzipitation.
„ 28. 1.	„	„	25,0		
„ 31. 1.	„	„	30,0	1920	3. 2. Serum präzipitiert sofort nach der Überschichtung. 5. 2. Tötung.

Die von mir erhaltenen Ergebnisse haben im großen und ganzen die Angaben von Schütz und Pfeiler bestätigt, wonach man bei Immunisierung mittels Extrakten ein gutes präzipitierendes Milzbrandserum überhaupt schwer und besonders schwer beim Kaninchen gewinnen kann. Man muß die Immunisierung lange fortsetzen, und trotzdem gelingt es nicht immer, positive Resultate zu erzielen.

Unbedingt bessere Resultate hat man bei Immunisierung von Kaninchen mit lebenden Kulturen. Zu diesem Zwecke verwendete ich I. Milzbrandvakzine aus der Tierärztlichen Hochschule zu Kasan, von der ich Kaninchen mit physiologischer Kochsalzlösung abgeschwemmte Agarkulturen injizierte. Das subkutan, dann intraperitoneal immunisierte Kaninchen lieferte ein gutes präzipitierendes Serum.

---

[1]) Ein Kaninchen dieser Reihe, das kein präzipitierendes Serum geliefert hatte, wurde mit $^1/_{100}$ Öse lebender Milzbrandkultur infiziert, um festzustellen, ob es nicht dank den vielfachen Injektionen von Extrakten aus Milzbrandbazillen immun geworden sei. Am 4. Tage nach der Infektion ging das Tier an Milzbrand zugrunde. Immunität hatte also nicht bestanden. Ebenso sind die Kaninchen an Milzbrand zugrunde gegangen, die mit Extrakt aus Pseudoanthraxbazillen immunisiert und später mit Milzbrandkultur infiziert worden waren.

Tabelle 3. Immunisierung von Kaninchen mit lebenden Milzbrandbazillen.

Tag der Impfung	Art der Impfung	Impfmaterial	Menge ccm	Gewicht g	Ergebnis
15. 3.	subkutan	I. Milzbrandvakzine	0,3	2190	
20. 3.	„	Desgl.	0,3	2200	
28. 3.	intraperitoneal	24stündige Agarkultur von I. Milzbrandvakzine	1/2 Kultur	2160	
4. 4.	„		1 Kultur	2175	
12. 4.	„		2 Kulturen	1960	18. 4. Schwache Präzipitation nach 15 Min. bei 37°.
19. 4.	„		3 Kulturen	1920	3. 5. Starke Präzipitation unmittelbar nach der Überschichtung.

Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, daß das Kaninchen zunächst mit Milzbrandvakzine, um es immun zu machen, behandelt wurde. Hierauf wurde es mit Agarkulturen aus derselben Vakzine derart weiter behandelt, daß die Menge bis auf 3 Schrägagarkulturen gesteigert wurde. Bereits 6 Tage nach der 3. Injektion von Agarkulturen präzipitierte das Serum, wenn auch nur in geringem Grade; 14 Tage nach der 4. Infektion von 3 Kulturen wurde ein durchaus befriedigendes präzipitierendes Serum erhalten, das mit Extrakt aus Milzbrandbazillen sofort einen deutlichen Präzipitationsring gab.

Die Herstellung von präzipitierendem Pseudomilzbrandserum, die zunächst mit Schwierigkeiten verbunden gewesen war (zwei mit Extrakten von Ps. I geimpfte Kaninchen lieferten kein präzipitierendes Serum), gelang schließlich gleichfalls. Zwei weitere Kaninchen, die mit Pseudobazillenextrakt ohne Erfolg immunisiert worden waren, ergaben gut präzipitierende Sera, nachdem sie mehrere Male intraperitoneal mit großen Mengen von lebender Kultur des Bac. pseudoanthracis I geimpft worden waren (Tabelle 4).

Tabelle 4. Immunisierung von zwei Kaninchen mit Pseudomilzbrandbazillenextrakt und dann mit lebenden Bazillen (Ps I).

Tag der Impfung	Art der Impfnug	Impfmaterial	Menge ccm	Ergebnis
1913. 25. 1.	intravenös	Bazillenextrakt Ps I	5	
1913. 27. 1.	„	„ „ I	5	
1913. 31. 1.	„	„ „ I	5	
1913. 3. 2.	intraperitoneal	„ „ I	10	
1913. 5. 2.	„	„ „ I	15	
1913. 13. 2.	„	„ „ I	30	
1913. 20. 2.	„	„ „ I	30	
1913. 22. 2.	„	lebende Agarkultur von Ps I	1 Öse	22. 2. Serum von beiden Kaninchen präzipitiert nicht.
1913. 25. 2.	„	Desgl.	5 Ösen	
1913. 4. 3.	„	„	1 Agarkultur	
1913. 12. 3.	„	„	3 Agarkulturen	15. 3. Serum präzipitiert unmittelbar nach der Überschichtung. 26. 3. Tötung, starke Präzipitation.

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß brauchbare präzipitierende Sera nur durch Immunisierung mit lebenden Kulturen erzielt werden. Die Kochextrakte scheinen sich als Präzipitinogen bei der Gewinnung von Anthrax- oder Pseudoanthraxserum wenig oder gar nicht zu eignen.

Auf Grund dieser Erkenntnis wurde die Immunisierung von zwei Kaninchen mittels intraperitonealer Injektion von lebenden Kulturen vom Stamm Ps. I und von einem weiteren Kaninchen mit dem Stamm Ps. III (Bac. anthracoides Hueppe) durchgeführt. Alle drei Kaninchen, die zunächst einmal subkutan und dann wiederholt mit steigenden Mengen lebender Agarkultur (bis zu 4 Kulturen pro Injektion) intraperitoneal geimpft worden waren, lieferten nach 3—4-maliger Einspritzung gut präzipitierende Sera.

Die von mir ausgeführten Präzipitationsversuche hatten folgendes Ergebnis. Wie aus Tabelle 5 zu ersehen ist, zeigten die Extrakte, die aus Milzbrandbazillen verschiedener Herkunft hergestellt worden waren, sowohl mit Milzbrandserum (Gans, Hoechst, eigenes Serum vom Kaninchen), als auch mit den von mir hergestellten Pseudomilzbrandseren Präzipitation.

Tabelle 5. Präzipitation von Milzbrandbazillenextrakten mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum[1]).

Extrakt aus Milzbrandbazillen	Präzipitation mit		
	Serum Ascoli	Pseudomilzbrand-serum I	Pseudomilzbrand-serum III
Stamm K I	+ +	+ +	+
„ K II	+ +	+	+
„ Fr 24	+ +	+ +	+ +
„ Lf 1	+ +	+ +	+ +
„ Lf 2	+ +	+	+
„ Lf 3	+ +	+	+
„ H	+ +	+ +	+ +
„ Br 1	+ +	+	+
„ Br 2	+ +	+	+
„ Br 3	+ +	+	+

Allerdings kann man wahrnehmen, daß Milzbrandextrakte häufig schwächer mit Pseudomilzbrandserum präzipitieren als mit Milzbrandserum.

Andererseits zeigten Extrakte aus den sämtlichen Pseudomilzbrandstämmen ebenso mit Pseudomilzbrandserum (Ps I und III) wie mit Ascolischem Milzbrandserum positive Präzipitinreaktion (Tabelle 6, Seite 564).

Bei einigen Stämmen (Ps I, III, IV, V, VI, XVI, XXI und XXIII) wurde beobachtet, daß die Reaktion mit allen Seris sofort eintritt und genau denselben Charakter zeigt. Auf der andern Seite gibt es Stämme, die mit allen Seris überhaupt nur schwach reagieren und eine positive Reaktion erst nach 5—10 Minuten langem

[1]) Zeichenerklärung für diese und die folgenden Tabellen:
+ + = stark positive Präzipitation sofort nach Überschichtung,
+ = positive Präzipitation nach 3—4 Minuten bei 37°,
± = undeutliche Präzipitation,
— = keine Präzipitation.

Tabelle 6. Präzipitation von Pseudomilzbrandbazillenextrakten mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum (Ps I und III).

Extrakte aus Pseudo-milzbrand-stämmen	Präzipitation mit			Extrakte aus Pseudo-milzbrand-stämmen	Präzipitation mit		
	Serum Ascoli	Pseudo-milzbrand serum I	Pseudo-milzbrand-serum III		Serum Ascoli	Pseudo-milzbrand-serum I	Pseudo-milzbrand-serum III
Ps I	+ +	+ +	+ +	Ps XIII	+	+ +	+ +
Ps II	+	+ +	+ +	Ps XIV	+	+	+
Ps III	+ +	+ +	+ +	Ps XV	+	+	+
Ps IV	+ +	+ +	+ +	Ps XVI	+ +	+ +	+ +
Ps V	+ +	+ +	+ +	Ps XVII	+	+	+
Ps VI	+ +	+ +	+ +	Ps XVIII	+	+	+
Ps VII	+	+ +	+	Ps XIX	+	+	+
Ps VIII	+	+	+	Ps XX	+	+	+
Ps IX	+	+	+	Ps XXI	+ +	+ +	+ +
Ps X	+	+	+	Ps XXII	+	+	+
Ps XI	+	+ +	+ +	Ps XXIII	+ +	+ +	+ +
Ps XII	+	+ +	+	Bac. subtilis	—	—	—

Verweilen im Brutschrank erkennen lassen. Mit Extrakten aus Bac. subtilis, die zur Kontrolle in derselben Weise hergestellt waren wie die anderen Extrakte, wurde eine Präzipitation nicht beobachtet.

Die Tatsache, daß Milzbrandextrakte mit Pseudomilzbrandserum und umgekehrt Pseudomilzbrandextrakte mit Milzbrandserum präzipitieren, veranlaßte mich, den Rahmen meiner Untersuchungen zu erweitern und nachzuforschen, ob nicht Unterschiede quantitativer Art vorhanden wären. Zu diesem Zwecke versuchte ich durch Titrierung festzustellen, bis zu welchem Verdünnungsgrade die Anthrax- und Pseudoanthraxextrakte mit homologem und heterologem Serum noch positive Präzipitinreaktion geben. Das Serum wurde stets in unverdünntem Zustande verwendet, da die Überschichtung von verdünntem Serum mit den Extrakten infolge des ungefähr gleichen spezifischen Gewichts der beiden Flüssigkeiten schwierig ist. Als Verdünnungseinheit für die Extrakte diente stets der Extrakt eines jeden Stammes, der unter vollkommen gleichen Bedingungen hergestellt worden war. Eine gut gewachsene eintägige Schrägagarkultur wurde mit 10 ccm Kochsalzlösung abgeschwemmt, die so erhaltene Bazillenemulsion eine halbe Stunde bei 110° abgetötet und durch sterilisierte Asbestfilter bis zur vollständigen Durchsichtigkeit filtriert. Dieser Extrakt, den ich als unverdünnten bezeichne, wurde dann bei der Titrierung mit Kochsalzlösung in verschiedenen Graden verdünnt und in Uhlenhuthschen Reagenzgläschen mit unverdünntem Serum überschichtet. Um auch für spätere Versuche ein vollkommen gleichwertiges Antigen zu haben, verfertigte ich außerdem einen sogenannten Standardextrakt von bestimmten Titer. Auf diese Weise war ich in der Lage, die bei der Auswertung der einzelnen Extrakte erzielten Resultate jederzeit miteinander vergleichen zu können. Der Standardextrakt wurde als Mischextrakt aus mehreren typischen Stämmen hergestellt. Insgesamt wurden 30 Agarkulturen von 10 Stämmen (je drei

Kulturen von jedem Stamm) verwendet, aus denen in der beschriebenen Weise ein Extrakt hergestellt wurde. Der Standardextrakt — je ein Mischextrakt aus Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen — wurde dunkel und kühl aufbewahrt und diente als Grundeinheit bei der Titrierung sowohl für die Präzipitation als auch bei der Komplementbindung. Die folgende Tabelle 7 zeigt die Präzipitationsresultate, die mit den verschiedenen Verdünnungen des Milzbrandstandardextrakts bei Verwendung von Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum erzielt worden sind.

Tabelle 7. Auswertung des Standard-Milzbrandbazillenextrakts mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum mittels Präzipitation.

Serum	Extrakt-verdünnung	Eintritt der Reaktion					
		Sofort nach Überschichtung	Nach 10 Min.	Nach 15 Min.	Nach 20 Min.	Nach 30 Min.	Nach 1 Stunde
Milzbrandserum Ascoli	0	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 2	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 3	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 5	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 10	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 20	±	+	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 50	—	—	±	±	[+]	+
	1 : 75	—	—	—	±	±	±
	1 : 100	—	—	—	—	±	±
	1 : 200	—	—	—	—	—	—
	Kontrollen:						
	Extr. Bac. subtilis	—	—	—	—	—	—
	Kochsalzlösung	—	—	—	—	—	—
Pseudomilzbrandserum I	0	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 2	—	—	+	+	+	+
	1 : 3	—	—	+	+	+	+
	1 : 5	—	—	—	±	[+]	+
	1 : 10	—	—	—	±	±	±
	1 : 20	—	—	—	—	—	—
	Kontrollen:						
	Extr. Bac. subtilis	—	—	—	—	—	—
	Kochsalzlösung	—	—	—	—	—	—
Pseudomilzbrandserum III	0	+	+	+	+	+	+
	1 : 2	—	—	+	+	+	+
	1 : 3	—	—	+	+	+	+
	1 : 5	—	—	—	±	[+]	+
	1 : 10	—	—	—	—	—	—
	1 : 20	—	—	—	—	—	—
	Kontrollen:						
	Extr. Bac. subtilis	—	—	—	—	—	—
	Kochsalzlösung	—	—	—	—	—	—

Aus dieser Tabelle ist ohne weiteres ersichtlich, daß bei Verwendung von Verdünnungen des Standardmilzbrandbazillenextraktes das verschiedene Verhalten gegenüber Anthrax- und Pseudoanthraxserum sofort quantitativ zutage tritt. Während mit dem Anthraxserum eine deutliche Präzipitinreaktion noch bei einer Verdünnung des Extrakts von 1 : 50 beobachtet wurde, präzipitierten die Pseudoanthraxsera mit diesem Extrakt nur bis zur Verdünnung 1 : 5. Andererseits zeigen die Pseudoanthraxsera bei Überschichtung mit homologem Pseudoanthraxextrakt eine weit intensivere präzipitierende Wirkung (1 : 50) als das Milzbrandserum, das nur bis zur Extraktverdünnung 1 : 10 präzipitierte. In Tabelle 8 sind die mit Pseudomilzbrandserum Ps I und Milzbrandserum erhaltenen Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 8. Auswertung des Pseudomilzbrandbazillenextrakts mit Pseudomilzbrand- und Milzbrandserum mittels Präzipitation.

Serum	Extraktverdünnung	Eintritt der Reaktion: Sofort nach Überschichtung	Nach 10 Min.	Nach 15 Min.	Nach 20 Min.	Nach 30 Min.	Nach 1 Stunde
Pseudomilzbrandserum I	0	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 2	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 3	+	+	+	+ +	+ +	+ +
	1 : 5	—	±	+	+ +	+ +	+ +
	1 : 10	—	±	±	+	+	+
	1 : 20	—	±	±	+	+	+
	1 : 50	—	—	—	±	+	+
	1 : 100	—	—	—	—	±	±
	1 : 200	—	—	—	—	—	—
	Kontrollen:						
	Extr. Bac. subtilis	—	—	—	—	—	—
	Kochsalzlösung	—	—	—	—	—	—
Milzbrandserum Ascoli	0	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 2	+	+ +	+ +	+ +	+ +	+ +
	1 : 3	—	+	+	+	+	+
	1 : 5	—	—	+	+	+	+
	1 : 10	—	—	±	±	+	+
	1 : 20	—	—	—	±	±	±
	1 : 50	—	—	—	—	—	—
	1 : 100	—	—	—	—	—	—
	1 : 200	—	—	—	—	—	—
	Kontrollen:						
	Extr. Bac. subtilis	—	—	—	—	—	—
	Kochsalzlösung	—	—	—	—	—	—

Auch muß darauf hingewiesen werden, daß die Pseudomilzbrandsera mit Extrakten aus Organen von Versuchstieren (Mäuse und Meerschweinchen), die an Pseudoanthrax und Anthrax zugrunde gegangen waren, stets einen deutlichen Präzi-

pitationsring gaben. Während präzipitierendes Milzbrandserum, wie in der Einleitung bereits erwähnt wurde, mit Extrakt aus Schweinefleisch, aus dem der Pseudoanthraxbazillus isoliert wurde, nicht präzipitierte, ergab dasselbe Serum ebenso wie Pseudomilzbrandserum mit wässerigen Thermoextrakten aus Organen von an Pseudoanthrax zugrunde gegangenen Tieren stets ein positives Resultat. Im großen und ganzen war jedoch zu bemerken, daß Pseudoanthraxserum mit Organextrakten nicht so stark reagierte wie mit Bakterienextrakten. Den Titer der Organextrakte miteinander zu vergleichen, war nicht möglich, weil es aus äußeren Gründen nicht gelingt, gleichartige Organextrakte herzustellen, die man analog dem Standardextrakt als Einheit hätte verwenden können.

Fernerhin wurde noch eine Reihe von Extrakten aus zwölf verschiedenen Pseudomilzbrandstämmen mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum (Ps. I) mittels Präzipitation genau ausgewertet (Tabelle 9).

Tabelle 9.

Ergebnis der Auswertung verschiedener Pseudomilzbrandbazillenextrakte mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum mittels Präzipitation.

Bazillenextrakt von	Titer der Extraktverdünnung mit	
	Milzbrandserum	Pseudomilzbrandserum (Ps I)
Ps I	1:10	1:50
Ps II	1:20	1:50
Ps V	1:20	1:50
Ps VI	1:20	1:50
Ps VII	1:5	1:20
Ps VIII	1:2	1:10
Ps IX	1:2	1:10
Ps X	1:5	1:20
Ps XVII	1:5	1:10
Ps XVIII	1:2	1:10
Ps XIX	1:5	1:10
Ps XXII	1:5	1:10
Ps XXIII	1:10	1:20

Aus Tabelle 9 geht abermals hervor, daß Extrakte aus Pseudoanthraxbazillen sowohl mit homologem Pseudoanthraxserum als auch mit heterologem Milzbrandserum präzipitieren. Der Unterschied in der Wirkung der beiden Sera ist nur ein rein quantitativer. Während das Pseudoanthraxserum in einigen Fällen mit Pseudoanthraxextrakten bis zur Verdünnung 1 : 50, in anderen Fällen nur bis zur Verdünnung 1 : 10 positiv reagierte, zeigte sich bei Auswertung mit Milzbrandserum positive Reaktion nur bei verhältnismäßig niedrigeren Extraktverdünnungen. Die höchste Extraktverdünnung, mit der mit dem Milzbrandserum noch eine positive Reaktion erzielt wurde, betrug 1 : 20, die tiefste 1 : 2. Da häufig Stämme vorkommen (Ps VII, VIII, IX, X, XVII, XVIII und XIX), die mit dem Milzbrandserum einen deutlichen

Präzipitationsring nicht sofort, sondern erst nach 5—10 Minuten langem Verweilen im Brutschrank geben, wurde der Titer erst dann abgelesen, nachdem die Röhrchen eine halbe Stunde im Brutschrank gewesen waren.

In Anbetracht des Umstandes, daß der Milzbrand des Schweines einige Besonderheiten aufweist, wurden mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum auch einige Extrakte aus Milzbrandkulturen austitriert, die von milzbrandkranken Schweinen gewonnen worden waren.

Hierbei ergab sich wiederum die schon mehrfach erhärtete Tatsache, daß auch Schweinemilzbrandbazillenextrakte mit homologem Serum bis 1 : 50 präzipitierten, von Pseudomilzbrandserum jedoch höchstens bis zur Extraktverdünnung 1 : 10 beeinflußt wurden. Der gleiche Versuch wurde mit dem Extrakt aus I. Milzbrandvakzine angestellt. Auch in diesem Falle zeigte sich, daß der Extrakt aus einer eintägigen Vakzinekultur mit Anthraxserum bis zur Extraktverdünnung 1 : 30, mit Pseudoanthraxserum jedoch nur bis 1 : 5 präzipitierte.

Zur Zeit als ich mit diesen Untersuchungen beschäftigt war, erschien eine Arbeit von Finzi, der behauptete, daß normales Serum vom Pferde, Rinde, Kaninchen und Meerschweinchen nach 6-, 12-, 24- und 48stündiger Erhitzung bei 55—56° genau in derselben Weise eine positive Präzipitinreaktion nach der Methode der Zwischenschichtung mit Extrakt aus Milzbrandorganen gebe wie Ascolisches Milzbrandserum. Da diese Mitteilung im zutreffenden Falle geeignet gewesen wäre, die Bedeutung der Spezifität der Präzipitinreaktion beim Milzbrand in bedeutendem Grade zu beeinträchtigen, wurde zur Nachprüfung der Finzischen Befunde eine Reihe von Versuchen angestellt.

Normalserum vom Pferde, Esel, Rinde, Kaninchen und Meerschweinchen wurde 6-, 12-, 24- und 48 Stunden im Wasserbade bei 56° erhitzt. Durch diese Behandlung nehmen die Sera nach 12- bis 24stündiger Erhitzung einen geringgradigen opaleszierenden Schimmer an, der bei der Ausführung der Präzipitation störend wirken kann. Am wenigsten oder fast gar nicht opaleszierten die nur 6 Stunden erhitzten Sera, namentlich die Sera vom Esel und Kaninchen. Die betreffenden Versuche wurden mit Normal- und Milzbrandorganextrakt, mit Milzbrandbazillenextrakt und zur Kontrolle mit Kochsalzlösung in der Weise angestellt, daß diese mit dem Normalserum geschichtet wurden. Das Ergebnis dieser Versuche, die in Tabelle 10 zusammengestellt sind, wurde teils sofort nach der Überschichtung, teils nach 15 und 30 Minuten langem Aufenthalte der Röhrchen im Brutschranke abgelesen.

Tabelle 10 (S. 569) zeigt, daß erhitztes Normalserum vom Pferde, Rinde und Meerschweinchen mit Extrakt aus Milzbrandorganen und Milzbrandkulturen zwar einen deutlichen Präzipitationsring, daß dasselbe Serum aber genau denselben Ring auch mit dem Extrakt aus normalen Organen sowie mit gewöhnlicher physiologischer Kochsalzlösung gibt. Es kann somit im vorliegenden Falle von irgend einer spezifischen Präzipitation nicht gesprochen werden. Die von Finzi beobachtete Erscheinung ist vielmehr so zu erklären, daß das durch die Erwärmung veränderte Eiweiß beim Zusammenbringen mit kochsalzhaltiger Flüssigkeit aus der Lösung ausfällt. Unlängst hat auch Ascoli in einer Erwiderung darauf hingewiesen, daß sich eine Kritik der

Tabelle 10. Präzipitation mit längere Zeit bei 56° erhitztem Normalserum.

Normalserum vom	Dauer der Erhitzung	Milzbrandorganextrakt			Normalorganextrakt			Milzbrandbazillenextrakt			Kochsalzlösung		
		Sofort nach Überschichtung	Nach 15 Min.	Nach 30 Min.	Sofort nach Überschichtung	Nach 15 Min.	Nach 30 Min.	Sofort nach Überschichtung	Nach 15 Min.	Nach 30 Min.	Sofort nach Überschichtung	Nach 15 Min.	Nach 30 Min.
Pferd	6 Stund.	+	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	12 „	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
	24 „	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
Esel	6 Stund.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	12 „	—	—	—	—	±	±	—	—	±	—	—	±
	24 „	—	±	±	—	±	±	—	±	+	—	±	+
Rind	6 Stund.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	12 „	+	+	+	+	++	++	+	++	++	+	++	++
	24 „	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
Meerschweinchen	6 Stund.	±	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
	12 „	+	++	++	+	++	++	+	++	++	+	++	++
	24 „	+	++	++	++	++	++	+	++	++	+	++	++
Kaninchen	6 Stund.	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	—	+
	12 „	+	+	+	—	—	+	—	—	+	—	—	+
	24 „	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++
	48 „	++	++	++	++	++	++	+	+	++	+	++	++

Finzischen Beobachtungen erübrige, weil die erhitzten Sera auch in den Kontrollproben mit Kochsalzlösung positive Präzipitation geben. Da die präzipitierenden Sera im übrigen niemals erwärmt werden, so sind auch aus diesem Grunde Fehlresultate bei der Milzbrandpräzipitation nicht zu erwarten. Die Finzischen Ergebnisse sind mithin nicht imstande, die biologische und diagnostische Bedeutung der spezifischen Thermopräzipitation nach Ascoli zu erschüttern.

Die Präzipitationsergebnisse mit längere Zeit erhitztem Normalserum haben jedoch das beachtenswerte Ergebnis gehabt, daß Normalserum vom Esel und Kaninchen selbst nach 6stündiger Erhitzung weder mit spezifischen noch mit nichtspezifischen Extrakten noch mit Kochsalzlösung spontan einen Präzipitationsring gibt. Auf diese Weise konnte aber gezeigt werden, daß sich Kaninchen und namentlich Esel, die zur Herstellung von präzipitierendem Milzbrandserum von Ascoli sowie von Schütz und Pfeiler empfohlen wurden, sich auch deshalb zu diesem Zwecke besonders eignen, weil das Normalserum vom Esel und Kaninchen mit Kochsalzlösung oder Extrakten kein Präzipitat gibt.

Die Präzipitationsversuche haben somit ergeben, daß sowohl Milzbrand- als auch Pseudomilzbrandextrakte mit präzipitierendem Milzbrandserum reagieren. Auf der andern Seite geben Sera, die vom Kaninchen durch Behandlung mit Pseudomilzbrandbazillen gewonnen werden, gleichfalls in demselben Grade mit Extrakten aus Milzbrand- wie aus Pseudomilzbrandbazillen eine positive Reaktion.

Durch Titrierung der Bazillenextrakte mit unverdünntem Serum konnte jedoch gezeigt werden, das quantitative Unterschiede bestehen. Während Milzbrandserum mit Milzbrandextrakt noch bei einer Extraktverdünnung 1 : 50 präzipitiert, gibt dieses Serum mit Pseudomilzbrandextrakt nur in einer Verdünnung von 1 : 5 bis höchstens 1 : 20 eine positive Reaktion. Umgekehrt präzipitierte Pseudomilzbrandserum mit Pseudomilzbrandextrakt in einer 5mal so starken Verdünnung (1 : 50) wie mit Milzbrandextrakt (1 : 10)[1].

Aus alledem ergibt sich, daß die Präzipitationsreaktion beim Milzbrand eine typische Gruppenreaktion ist, die nicht nur dem Milzbrandbazillus, sondern der ganzen ihm biologisch verwandten Gruppe der Pseudomilzbrandbazillen eigentümlich ist.

B. Komplementbindung.

Über die Brauchbarkeit der Komplementbindungsmethode zum Nachweis von Antikörpern im Milzbrandserum gehen die Angaben der Untersucher sehr auseinander. Bordet und Gengou haben bei ihren grundlegenden Untersuchungen über komplementbindende Stoffe der verschiedenen Sera festgestellt, daß auch im Milzbrandserum spezifische bindende Antikörper nachweisbar sind. Demgegenüber hat Sobernheim betont, daß hochwertiges Milzbrandserum, das mit lebenden Milzbrandbazillen zwar eine gewisse Hemmungsreaktion gibt. mit Milzbrandkulturextrakten und Milzbrandödemflüssigkeit (Aggressin) als Antigen aber keine Komplementbindung gezeigt habe. Wyscholessky, der bei Verwendung von Kochextrakten von Milzbrandbazillen mit Milzbrandserum aus verschiedenen russischen Instituten wohl Komplementbindung erhalten hat, hält jedoch diese Methode nicht für vollkommen spezifisch. Im Gegensatze zu diesen Angaben glaubte Pokschischewsky auf Grund früherer Versuche, die mit Verwendnng von Emulsionen von anf Blutserum gezüchteten kapseltragenden Bazillen als Antigen angestellt wnrden, festgestellt zu haben, daß im Milzbrandserum spezifische Stoffe enthalten sind, und daß die Komplementbindungsreaktion anch zur Wertbestimmnng des Milzbrandserums brauchbar ist. Über gleich gute Ergebnisse hat Schwarz berichtet, der mit erhitztem Antigen von asporogenen Milzbrandbazillen verschiedene Sera geprüft hat, die sogar in der Menge von 0,01 ccm noch Komplement banden, Andrijewsky, der ebenfalls positive Resultate erhalten hat, hat daranf hingewiesen, daß sich die Komplementbindungsmethode zur Wertbestimmung des Milzbrandserums jedoch nicht eignet. Schließlich hat Busson mitgeteilt, daß bakterielles Antigen mit Milzbrandimmunserum vom Kaninchen Komplementbindung zeigt.

Hinsichtlich der Verwendbarkeit verschiedener Antigene zum Nachweis komplementbindender Stoffe im Milzbrandserum hat sich Kuleschow geäußert, daß Extrakte aus Milzbrandorganen oder Agarkultnren sich wenig eignen, während Extrakte von Milzbrandbazillen, die auf Sernmagar gezüchtet worden waren, und namentlich Extrakte in 5%iger Antiforminlösung als Antigen sich besonders branchbar erwiesen. Antiforminextrakt aus Milzbrandbazillen in der Menge von 0,1 ccm ergab mit 0,2 ccm homologem Serum stets ein positives Resultat. Nach Ansicht Kuleschows scheint der Gehalt an komplementbindenden Stoffen zwar mit der Wertigkeit des Milzbrandserums in Beziehung zu stehen; der Beweis ist aber noch nicht erbracht worden, daß die komplementbindenden Antikörper tatsächlich der Schutz- und Heilkraft des Serums parallel gehen. Reeser hat dann mitgeteilt, daß er sowohl mit gewöhnlichen Bazillenextrakten als auch besonders mit Lezithinextrakten im Serum eines hochimmunisierten Pferdes komplementbindende Stoffe habe nachweisen können.

---

[1]) Anmerkung während der Drucklegung. In der Zwischenzeit sind diese Ergebnisse von Isabolinsky bestätigt worden. Isabolinsky hat festgestellt, daß eine Unterscheidung von Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen durch die Präzipitation möglich ist, wenn die Reaktion quantitativ mit verschiedenen Extraktverdünnungen ausgeführt wird. Während Pseudomilzbrandbazillen mit präzipitierendem Milzbrandsernm höchstens bei der Extraktverdünnung 1 : 10 präzipitierten, ergaben Milzbrandextrakte eine positive Reaktion noch bei der Verdünnung 1 : 40 bis 1 : 50, in einigen Fällen sogar 1 : 100.

Bei seinen Untersuchungen, die die Anwendbarkeit der Komplementbindungsreaktion für die Milzbranddiagnose zum Gegenstande hatten, hat Djonbelieff darauf anfmerksam gemacht, daß wässerige Extrakte aus Leber und Milz, die 1—15 Tage nach dem Tode den Milzbrandkadavern entnommen waren, mit drei verschiedenen Milzbrandseren stets Komplementbindung ergaben. Djoubelieff glaubte aus seinen Versuchen schließen zu können, daß die Komplementbindungemethode bei der Diagnose des Milzbrandes vor der Präzipitation manchen Vorzug habe, weil sie mit jedem Milzbrandimmunserum ausgeführt werden könne.

Bierbaum und Boehncke haben die Befunde von Djoubelieff besonders mit Rücksicht darauf nachgeprüft, ob die Komplementbindungsreaktion für die Milzbranddiagnose verwertbar ist. Als Antigen kamen Kochsalzextrakte aus Leber, Milz und Blut von Milzbrandtieren (Kaninchen nnd Meerschweinchen), Chloroformextrakte nach Ascolis Vorschrift, Kochextrakte aus Milzbrandorganen sowie Bazillenextrakte, die nach Aufschwemmung der Bazillen in Kochsalzlösung mehrere Tage geschüttelt nnd verschiedene Male eingefroren nnd wieder aufgetant waren, zur Verwendung. Bei ihren nmfangreichen Untersuchungen mit Milzbrandseren der verschiedensten Herkunft haben Bierbaum nnd Boehncke gefunden, daß die Mehrzahl der Milzbrandseren ein Komplementbindungsvermögen überhaupt nicht zeigt. Eine Ausnahme schienen die präzipitierenden Milzbrandseren zu machen, bei denen mehr oder weniger komplementbindende Eigenschaften festgestellt wurden. Es zeigte sich jedoch, daß dieses anscheinend nur den präzipitierenden Seris eigentümliche Komplementbindungsvermögen nicht spezifischer Natur ist, da es mit den verschiedensten Antigenen, auch mit solchen nicht milzbrandiger Herknnft, zustande kam. Bierbaum und Boehncke sind daher der Ansicht, daß es sich bei der Komplementbindung der Milzbrandseren weniger um die präzipitierenden Eigenschaften der betreffenden Sera, sondern um eine nichtspezifische Lipoidreaktion der Sera gewisser Tierarten (Maulesel, Esel) handelt.

Aus vorstehendem Literaturüberblick ergibt sich mithin, daß die Frage, ob sich im Milzbrandserum spezifische komplementbindende Antikörper vorfinden, noch nicht eindeutig gelöst ist. Während auf der einen Seite, namentlich von russischen Forschern, das Vorkommen ablenkender Stoffe bejaht wird, stehen Sobernheim und vor allem Bierbaum und Boehncke auf dem Standpunkt, daß das Milzbrandserum ein spezifisches Komplementbindungsvermögen überhaupt nicht besitzt.

Versuchstechnik. Zu meinen Versuchen über den Nachweis von komplementbindenden Stoffen im Milzbrandserum dienten als Antiserum zwei Ascolische Milzbrandsera (von der Firma F. W. Gans und von den Höchster Farbwerken) sowie ein präzipitierendes Milzbrand- und zwei Pseudomilzbrandsera vom Kaninchen, die ich selbst hergestellt hatte. Als Antigen wurden teils die beschriebenen Standardantigene, die durch $^1/_2$stündiges Erhitzen im Autoklaven bei 110° in der erwähnten Weise hergestellt worden waren, teils auf gleiche Weise aus einigen anderen Milzbrand- nnd Pseudomilzbrandstämmen sowie aus Organen hergestellte Extrakte benntzt. Die auf ein und dieselbe Art hergestellten Extrakte haben den Vorzug, daß man sie titrieren kann, wodurch miteinander vergleichbare Ergebnisse erzielt werden.

Die Komplementbindungsreaktion wurde nach der von v. Wassermann für die Syphilisdiagnose angegebenen Originalmethode ausgeführt. Jede Komponente war in 0,5 ccm Kochsalzlösung enthalten, das Gesamtvolumen wurde in jedem Röhrchen mit Kochsalzlösung auf 2,5 ccm Flüssigkeit ergänzt. Das Komplement wurde in der Menge von 0,5 ccm der Verdünnung 1 : 10 verwendet und vor jedem Versuche mit dem Ambozeptor neu titriert. Als Ambozeptor diente ein Antischafblut-Kaninchenserum, dessen Titer je nach der Stärke des Komplements 1 : 4000 bis 1 : 6000 betrug. Zur Reaktion wurde der Ambozeptor in der doppelten Menge der geringst lösenden Dosis verwendet und mit 0,5 ccm einer 5%igen Schafblutaufschwemmung versetzt. Als Kontrollen wurden Antigen ohne Immnnserum, Immunserum ohne Antigen, Komplement ohne Ambozeptor, Ambozeptor ohne Komplement und Schafblutaufschwemmnng mit Kochsalzlösung angesetzt.

Um zunächst die Brauchbarkeit verschiedener Antigene zu prüfen, wurden in je einem Versuche Standardmilzbrandbazillenextrakt und Extrakt aus dem Pseudo-

milzbrandstamm Ps. I mit der konstanten Menge von 0,1 ccm Ascolischem Milzbrandserum ausgewertet. Auf dieselbe Weise wurden Extrakte aus Milz und Leber von Mäusen, die an Milzbrand- oder Pseudomilzbrandinfektion gestorben waren, sowie zur Kontrolle Extrakte aus denselben Organen einer gesunden Maus geprüft. Diese Extrakte wurden so hergestellt, daß Leber und Milz zerkleinert, der Gewebebrei durcheinander gemischt, im Reagenzglas mit 10 ccm Kochsalzlösung übergossen und $^1/_2$ Stunde bei 110° im Autoklaven erhitzt wurden. Der durch Asbest klar filtrierte, schwach gelblich gefärbte Extrakt wurde als Antigen benutzt. Bei der Prüfung dieser Extrakte wurde das in Tabelle 11 zusammengefaßte Ergebnis erhalten.

Tabelle 11. Auswertung verschiedener Antigene mit 0,1 ccm präzipitierendem Ascolischen Milzbrandserum[1]).

Geprüfter Extrakt	Extraktmenge					
	0,01	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
1. Milzbrandbazillenstandardextrakt	—	±	+	++	++	++
Kontrolle: desgl. ohne Ascoliserum	—	—	—	—	—	—
2. Pseudomilzbrandbazillenextrakt	—	—	—	±	±	+
Kontrolle: desgl. ohne Ascoliserum	—	—	—	—	—	±
3. Milzbrandorganextrakt (Maus)	—	—	—	—	—	—
Kontrolle: desgl. ohne Ascoliserum	—	—	—	—	—	—
4. Pseudomilzbrandorganextrakt (Maus)	—	—	—	—	—	—
Kontrolle: desgl. ohne Ascoliserum	—	—	—	—	—	—
5. Normalorganextrakt (Maus)	—	—	—	—	—	—
Kontrolle: desgl. ohne Ascoliserum	—	—	—	—	—	—

Vorstehende Versuche, die mit dem gleichen Ergebnisse öfters wiederholt wurden, haben gezeigt, daß Ascolisches präzipitierendes Milzbrandserum in der Menge von 0,1 ccm mit Kochextrakten sowohl von Milzbrand- wie Pseudomilzbrandbazillen Komplement bindet. Der Unterschied zwischen Milzbrand und Pseudomilzbrand ist ein nur rein quantitativer. Während Milzbrandbazillen mit homologem Serum in der

[1]) Zeichenerklärung: ++ = vollständige Hemmung der Hämolyse.
+ = Hemmung der Hämolyse.
± = unvollständige Hemmung der Hämolyse.
— = vollständige Hämolyse.

Anmerkung. Bei sämtlichen Komplementbindungsversuchen wurden folgende Kontrollen angesetzt:

Antigen ohne Immunserum	vollständige Hämolyse
Immunserum ohne Antigen	„ „
Hämolytisches System	„ „
Ambozeptor ohne Komplement	„ Hemmung
Komplement ohne Ambozeptor	„ „
Schafblutaufschwemmung mit Kochsalzlösung .	„ „

Um öftere Wiederholungen zu vermeiden, sind die Kontrollen in den Tabellen nicht aufgeführt.

Antigenmenge von 0,1 ccm noch Komplementbindung zeigten, erfolgte eine Komplementverankerung mit Pseudomilzbrandbazillenextrakt erst bei Verwendung einer 4 mal so großen Antigenmenge (0,4 ccm). Gleichzeitig ergab sich die bemerkenswerte Tatsache, daß Milzbrand- und Pseudomilzbrandorgane ebensowenig Komplementbindung mit Ascolischem Serum gäben wie die Organe von gesunden Mäusen.

Auf dieselbe Art, wie die Brauchbarkeit verschiedener Antigene geprüft wurde, wurden weiterhin mehrere Milzbrand- und Pseudomilzbrandsera mit Antigen in der konstanten Menge von 0,3 ccm, die an sich die Hämolyse nicht hemmt, ausgewertet.

Tabelle 12. Auswertung verschiedener Milzbrand- und Pseudomilzbrandsera mit konstanten Antigenmengen.

Antigen	Menge des Serums ccm	Milzbrandserum		Pseudomilzbrandserum vom Kaninchen	
		Serum Ascoli	Kaninchenserum	Ps I	Ps III
Standard-Milzbrandbazillenextrakt 0,3 ccm	0,001	—	—	—	—
	0,005	±	±	—	—
	0,01	+	+	—	—
	0,05	++	++	—	—
	0,1	++	++	±	—
	0,2	++	++	±	±
	0,3	++	++	+	+
Milzbrandorganextrakt 0,3 ccm	0,001	—	—	—	—
	0,005	—	—	—	—
	0,01	—	—	—	—
	0,05	—	—	—	—
	0,1	—	—	—	—
	0,2	±	±	—	—
	0,3	±	±	—	—
Pseudomilzbrandbazillenextrakt Ps I 0,3 ccm	0,001	—	—	—	—
	0,005	—	—	±	±
	0,01	—	—	±	±
	0,05	—	—	+	+
	0,1	±	—	++	+
	0,2	±	±	++	++
	0,3	+	+	++	++
Pseudomilzbrandorganextrakt Ps I 0,3 ccm	0,001	—	—	—	—
	0,005	—	—	—	—
	0,01	—	—	—	—
	0,05	—	—	—	—
	0,1	—	—	—	—
	0,2	—	—	±	±
	0,3	—	—	±	±

Wie aus Tabelle 12 hervorgeht, ergab sich, daß der komplementbindende Titer der Milzbrand- und Pseudomilzbrandsera auch bei dieser Versuchsanordnung nur rein quantitativ verschieden ist. Mit homologem Antigen erfolgte noch Bindung bis zur Serummenge 0,01 ccm (Milzbrandserum) und 0,05 ccm (Pseudomilzbrandserum), mit

heterologem Antigen dagegen nur bis zur Serummenge 0,3 ccm. Auch bei dieser Art der Versuchsanstellung konnte die bei der Titrierung des Antigens festgestellte Tatsache von neuem bestätigt werden, daß Organextrakte für die Komplementablenkungsreaktion nicht brauchbar sind.

Die gegenseitige Auswertung von Milzbrandantigen sowohl mit homologem und heterologem Serum als auch von Pseudomilzbrandantigen mit Pseudomilzbrand- und Milzbrandserum hat fernerhin ergeben, daß biologische Beziehungen zwischen Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen bestehen. Ähnlich wie bei der Präzipitation ließ sich auch bei diesen Versuchen feststellen, daß die Unterschiede zwischen den beiden Bazillenarten ausschließlich quantitativer Art sind.

Nach diesen Versuchen wurde eine Reihe von Extrakten aus verschiedenen Pseudomilzbrandstämmen mit zwei homologen Seren und zum Vergleiche mit einem präzipitierenden Ascolischen Milzbrandserum mittels Komplementablenkung geprüft. Diese Versuche wurden mit der konstanten Menge von 0,3 ccm eines Kochextrakts des betreffenden Stammes ausgeführt, welche Menge weder spontan noch mit Normalserum vom Pferde, Esel und Kaninchen die Hämolyse hemmte.

Aus den in Tabelle 13 (S. 575) zusammengestellten Bindungsversuchen ist zu ersehen, daß die Mehrzahl der geprüften Pseudomilzbrandstämme mit Pseudomilzbrandserum in der Menge von 0,1 ccm, manchmal sogar 0,05 ccm, deutliche Komplementbindung gibt, während Milzbrandserum in der Menge von 0,1 ccm mit einer Ausnahme (Ps. XX) Komplement nicht bindet. Daß manche Stämme als Antigen wenig brauchbar sind, zeigten die Ergebnisse mit den Stämmen Ps. VIII und XV, die überhaupt erst mit 0,3 ccm des homologen Serums eine schwache Hemmung der Hämolyse erkennen ließen. Ein wesentlicher Unterschied im komplementbindenden Titer zwischen dem mittels Ps. I (Typus Pseudoanthracis) und Ps. III (Typus Anthrakoides) hergestellten Pseudomilzbrandserum bestand nicht. Mithin scheint eine Trennung in die beiden Typen auf Grund ihres bindenden Verhaltens nicht möglich zu sein. Mit gewissem Vorbehalte dürfte aus diesen Versuchen zu schließen sein, daß durch das Komplementbindungsverfahren bei Verwendung von 0,3 ccm Pseudomilzbrandbazillenextrakt als Antigen und 0,1 ccm homologem Serum in der Mehrzahl der Fälle eine Unterscheidung der Pseudo- und Milzbrandbazillen eher gelingt als mittels der Präzipitation. Eine Ausnahme machte jedoch der von Senge aus dem Menschen gezüchtete Stamm Ps. XX, der in gleicher Höhe mit Pseudo- wie mit Milzbrandserum Komplement bindet. Es muß daher dahingestellt bleiben, ob es sich in diesem Falle nicht um einen dem Bac. anthracis besonders nahestehenden Pseudostamm oder vielleicht gar um eine Übergangsform handelt, wie sie auch beim virulenten Milzbrandbazillus verschiedentlich beschrieben worden sind. Ein ähnliches Verhalten zeigten die Stämme Ps. XXI und XXII, die ebenfalls in gleicher Weise mit Pseudo- wie mit Milzbrandserum reagierten.

Auf die gleiche Weise wurden 21 Milzbrandstämme — 4 vom Rinde, je 1 vom Pferde und Schafe, 14 vom Schweine und 1 Stamm aus I. Vakzine — mittels Komplementbindung geprüft. Besonderer Wert wurde auf die Prüfung der vom Schweine stammenden Milzbrandbazillen gelegt. Während die Milzbrandinfektion be-

Tabelle 13. Komplementbindungsversuche von verschiedenen Pseudomilzbrandstämmen mit Pseudomilzbrand- und Milzbrandserum.

Antigen	Serummenge ccm	Pseudomilzbrandserum Ps I	Pseudomilzbrandserum Ps III	Präzipit. Milzbrandserum	Antigen	Serummenge ccm	Pseudomilzbrandserum Ps I	Pseudomilzbrandserum Ps III	Präzipit. Milzbrandserum	Antigen	Serummenge ccm	Pseudomilzbrandserum Ps I	Pseudomilzbrandserum Ps III	Präzipit. Milzbrandserum
Kulturextrakt Ps II 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps IX 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XVIII 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	±	—	—
	0,01	±	±	—		0,01	—	—	—		0,01	+	±	—
	0,05	+	+	—		0,05	—	—	—		0,05	++	+	—
	0,1	++	++	—		0,1	±	±	—		0,1	++	++	±
	0,2	++	++	±		0,2	+	+	—		0,2	++	++	+
	0,3	++	++	+		0,3	++	++	±		0,3	++	++	++
Kulturextrakt Ps III 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps X 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XIX 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	—	—	—
	0,01	±	±	—		0,01	+	±	—		0,01	±	±	—
	0,05	++	++	—		0,05	++	+	—		0,05	+	+	—
	0,1	++	++	—		0,1	++	++	—		0,1	++	++	—
	0,2	++	++	±		0,2	++	++	±		0,2	++	++	—
	0,3	++	++	+		0,3	++	++	+		0,3	++	++	±
Kulturextrakt Ps V 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XI 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XX 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	—	—	—
	0,01	+	±	—		0,01	±	—	—		0,01	—	—	—
	0,05	++	+	—		0,05	+	±	—		0,05	±	±	±
	0,1	++	+	±		0,1	++	++	—		0,1	+	+	+
	0,2	++	++	+		0,2	++	++	±		0,2	+	+	+
	0,3	++	++	++		0,3	++	++	+		0,3	++	++	++
Kulturextrakt Ps VI 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XIV 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XXI 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	—	—	—
	0,01	±	±	—		0,01	—	—	—		0,01	—	—	—
	0,05	+	+	—		0,05	—	—	—		0,05	±	±	—
	0,1	++	++	—		0,1	±	±	—		0,1	+	+	±
	0,2	++	++	—		0,2	+	+	—		0,2	++	++	+
	0,3	++	++	+		0,3	++	++	±		0,3	++	++	++
Kulturextrakt Ps VII 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XV 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XXII 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	—	—	—
	0,01	—	—	—		0,01	—	—	—		0,01	—	—	—
	0,05	—	—	—		0,05	—	—	—		0,05	—	—	—
	0,1	±	±	—		0,1	—	—	—		0,1	±	±	±
	0,2	+	+	—		0,2	±	±	—		0,2	+	+	±
	0,3	++	++	±		0,3	+	+	±		0,3	++	++	+
Kulturextrakt Ps VIII 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XVII 0,3 ccm	0,001	—	—	—	Kulturextrakt Ps XXIII 0,3 ccm	0,001	—	—	—
	0,005	—	—	—		0,005	—	—	—		0,005	—	—	—
	0,01	—	—	—		0,01	—	—	—		0,01	±	±	—
	0,05	—	—	—		0,05	—	—	—		0,05	++	++	—
	0,1	—	—	—		0,1	±	±	—		0,1	++	++	±
	0,2	±	±	—		0,2	+	+	±		0,2	++	++	++
	0,3	+	+	±		0,3	++	++	+		0,3	++	++	++

kanntlich bei sämtlichen Tieren in Form der Septikämie verläuft, nimmt das Schwein insofern eine Sonderstellung ein, als bei diesem Tiere in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Milzbranderkrankung einen ausgesprochen lokalen Charakter hat. Von vornherein lag daher der Gedanke nahe, daß die Schweinemilzbrandstämme vielleicht ein abweichendes Verhalten gegenüber den von anderen Tieren stammenden Milzbrandbazillen zeigen würden. Um auch das Verhalten eines abgeschwächten Milzbrandstammes studieren zu können, wurde ein aus I. Milzbrandvakzine gezüchteter Stamm auf sein Komplementbindungsvermögen untersucht.

Die Komplementbindungsversuche mit verschiedenen Milzbrandstämmen und Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum sind in Tabelle 14 (S. 577) zusammengestellt. Diese Versuche haben ergeben, daß es Milzbrandstämme gibt, die mit Milzbrandserum deutliche Komplementablenkung zeigen, mit Pseudomilzbrandserum dagegen Komplement nicht oder nur unvollständig binden. Dieses Verhalten zeigten namentlich die vom Rinde, Pferde und Schafe herrührenden Stämme. Auf der anderen Seite wurden aber auch Milzbrandstämme beobachtet, die in gleichem Grade mit Milzbrand- wie mit Pseudomilzbrandserum die Hämolyse hemmten (Br. 3, Br. 4, Br. 5, Br. 7, Br. 8 und H.). Diese Gruppe bestand ohne Ausnahme aus Bazillen, die aus Schweinen gezüchtet worden waren. Bei einigen anderen, ebenfalls vom Schweine herrührenden Milzbrandstämmen (Br. 10, Br. 11 und Br. 12) konnte sogar festgestellt werden, daß ihre Extrakte nur mit Pseudomilzbrandserum die Hämolyse hemmten, während sie mit Milzbrandserum überhaupt nicht oder nur mit der Menge 0,3 ccm Ascoliserum (Br. 9) reagierten. Diese Stämme stehen also in serologischer Beziehung dem Pseudomilzbrandbazillus näher als dem Milzbrandbazillus. Daß es aber auch Schweinemilzbrandstämme gibt, die sozusagen echte Milzbrandeigenschaften haben, beweisen die Stämme Br. 1 und Fr. 27, die nur mit Milzbrandserum Komplement binden.

Auch aus den Komplementbindungsversuchen bei Milzbrandbazillen mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum dürfte zu schließen sein, daß eine Unterscheidung der Milzbrandbazillen, soweit es sich um solche vom Rinde, Pferde und Schafe handelt, möglich ist. Hinsichtlich der vom Schweine stammenden Milzbrandbazillen war festzustellen, daß unter diesen Bazillen vorkommen, die auf Grund ihrer komplementbindenden Fähigkeit den Pseudomilzbrandbazillen näherzustehen scheinen als dem Milzbrandbazillus. Im allgemeinen hat sich auch bei der Prüfung von Milzbrandstämmen verschiedener Herkunft ergeben, daß beim Milzbrand die Komplementbindungsreaktion ebenso eine Gruppenreaktion ist wie die Präzipitation, wenngleich der Komplementbindung die größere Spezifität zuzukommen scheint. Außerdem konnte gezeigt werden, daß die vom Schweine stammenden Milzbrandbazillen in biologischer Beziehung manche Ähnlichkeit mit den Pseudomilzbrandbazillen haben.

Nach Abschluß dieser Untersuchungen erschien die oben besprochene Abhandlung von Bierbaum und Boehncke, die auf Grund ihrer Versuche die Spezifität der Komplementbindungsreaktion beim Milzbrand deshalb nicht anerkennen, weil nur die präzipitierenden Milzbrandsera ein deutliches Ablenkungsvermögen zeigen, das sie auf eine besondere Eigenart der Sera gewisser zur Präzipitingewinnung verwendeter

Tabelle 14. Komplementbindungsversuche von verschiedenen Milzbrandstämmen mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum.

Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrandserum Ps. I	Pseudomilzbrandserum Ps. III	Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrandserum Ps. I	Pseudomilzbrandserum Ps. III	Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrandserum Ps. I	Pseudomilzbrandserum Ps. III
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	—	—	—	extrakt	0,01	±	±	—
K. VII	0,05	+	—	—	Br. 1	0,05	±	—	—	Br. 7	0,05	+ +	+ +	+
(Rind)	0,1	+	—	—	(Schwein)	0,1	+	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	+ +	+ +
0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	+	—	—	0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +
	0,3	+ +	—	—		0,3	+ +	±	—		0,3	+ +	+ +	+ +
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	±	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	+	—	—	extrakt	0,01	±	±	—
K. XII	0,05	±	—	—	Br. 2	0,05	+ +	—	—	Br. 8	0,05	+	+	—
(Rind)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	+ +	±
0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	+ +	±	±	0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +
	0,3	+ +	±	—		0,3	+ +	+	+		0,3	+ +	+ +	+ +
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	±	±	±	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	+	—	—	extrakt	0,01	+	+	+	extrakt	0,01	—	±	—
Fr. 26	0,05	+ +	—	—	Br. 3	0,05	+ +	+ +	+ +	Br. 9	0,05	—	+	±
(Rind)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	+ +	+ +	(Schwein)	0,1	—	+ +	+
0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +	0,3 ccm	0,2	±	+ +	+
	0,3	+ +	±	±		0,3	+ +	+ +	+ +		0,3	+ +	+ +	+ +
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	±	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	±	+	±	extrakt	0,01	—	—	—
Lf. 2	0,05	+	—	—	Br. 4	0,05	+ +	+ +	+	Br. 10	0,05	—	—	—
(Rind)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	+ +	+ +	(Schwein)	0,1	—	—	—
0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +	0,3 ccm	0,2	—	+	±
	0,3	+ +	±	—		0,3	+ +	+ +	+ +		0,3	—	+ +	+
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	±	±	—	extrakt	0,01	—	—	—
Lf. 1	0,05	+	—	—	Br. 5	0,05	+ +	+ +	±	Br. 11	0,05	—	—	—
(Pferd)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	+ +	+	(Schwein)	0,1	—	±	—
0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +	0,3 ccm	0,2	—	+ +	±
	0,3	+ +	±	—		0,3	+ +	+ +	+ +		0,3	—	+ +	+ +
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	±	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	+	—	—	extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	—	—	—
Lf. 3	0,05	+	—	—	Br. 6	0,05	+ +	—	—	Br. 12	0,05	—	±	—
(Schaf)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	+ +	—	—	(Schwein)	0,1	—	+	—
0,3 ccm	0,2	+ +	±	—	0,3 ccm	0,2	+ +	—	—	0,3 ccm	0,2	—	+ +	±
	0,3	+ +	+	±		0,3	+ +	±	±		0,3	—	+ +	+

Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrand-serum Ps. I	Pseudomilzbrand-serum Ps. III	Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrand-serum Ps. I	Pseudomilzbrand-serum Ps. III	Antigen	Serummenge ccm	Präzipit. Milzbrandserum	Pseudomilzbrand-serum Ps. I	Pseudomilzbrand-serum Ps. III
	0,001	—	—	—		0,001	—	—	—		0,001	—	—	—
Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—	Kultur-	0,005	—	—	—
extrakt	0,01	±	+	±	extrakt	0,01	±	—	—	extrakt	0,01	—	—	—
H	0,05	+ +	+ +	+ +	Fr. 27	0,05	+ +	—	—	I. Vakzine	0,05	±	—	—
(Schwein)	0,1	+ +	+ +	+ +	(Schwein)	0,1	+ +	—	—	0,3 ccm	0,1	+	—	—
0,3 ccm	0,2	+ +	+ +	+ +	0,3 ccm	0,2	+ +	—	—		0,2	+ +	±	—
	0,3	+ +	+ +	+ +		0,3	+ +	—	±		0,3	+ +	+	±

Tierarten (Esel, Maultier) zurückführen. Infolge meiner Abreise nach Rußland war es mir nicht möglich, diese Befunde nachzuprüfen. Erwähnen möchte ich jedoch, daß außer den am Kaninchen hergestellten präzipitierenden Seren auch ein von dieser Tierart gewonnenes Milzbrandserum, das jede präzipitierende Fähigkeit vermissen ließ, starke komplementbindende Eigenschaften hatte. Auch in zwei Pseudomilzbrandseren vom Kaninchen, die kein präzipitierendes Serum geliefert hatten, waren komplementbindende Stoffe nachzuweisen. Wenn ich auch eine Prüfung in der Richtung, ob diese Sera mit Antigenen anderer Art Komplement binden, nicht mehr vornehmen konnte, so haben diese und namentlich früher in Rußland von mir ausgeführte Versuche mit antiinfektiösem Milzbrandserum verschiedener Art mir den Beweis geliefert, daß komplementbindende Stoffe im Milzbrandserum vorhanden sind.

III. Hämolyse.

Die Wachstumseigentümlichkeiten der Milzbrandbazillen auf bluthaltigen Nährböden sind von verschiedener Seite geprüft worden, ohne daß die Frage bisher endgültig entschieden worden ist, ob die Milzbrandbazillen hämolytische Stoffe bilden. Aus der bekannten Tatsache, daß das Blut der an Milzbrand verendeten Tiere vollkommen hämolytisch (lackfarben) erscheint, müßte eigentlich gefolgert werden, daß der Bac. anthracis eine Auflösung des Blutfarbstoffs bewirkt. Während auf der einen Seite eine ganze Reihe von Forschern, wie v. Wunschheim, Sobernheim, Casagrandi, Heyrovsky und Landsteiner u. a., der Ansicht ist, daß der Bac. anthracis eine konstante Hämolysinbildung nicht zeigt, glauben auf der anderen Seite verschiedene Autoren festgestellt zu haben, daß der Milzbrandbazillus ein gewisses hämolysierendes Vermögen besitzt. Ein weiterer noch der Klärung bedürftiger Punkt ist, ob der Austritt des Blutfarbstoffs schon während des Lebens des erkrankten Tieres oder erst einige Zeit nach dem Tode erfolgt.

Über die Hämolyse der Pseudomilzbrandbazillen liegt, soweit mir bekannt ist, nur eine Arbeit von Jarmai aus dem Hutyraschen Institute vor. Jarmai hat fest-

gestellt, daß Pseudoanthraxbazillen in Blutnährböden Hämolysine bilden, während diese Eigenschaft den Anthraxbazillen fehlt. Jarmai bediente sich bei seinen Versuchen der Blutbouillon und der Blutagarplatte, die so hergestellt wurden, daß ein Teil defibriniertes Blut vom Kaninchen, Schafe, Rinde, Pferde, Schweine und Hunde zu vier Teilen gewöhnlicher Peptonbouillon oder verflüssigtem abgekühlten Agar gegeben wurde. Nach Ansicht von Jarmai soll das Ausbleiben der Hämolyse beim Milzbrandbazillus darauf beruhen, daß die Milzbrandbazillen in serumhaltigen Flüssigkeiten Kapseln bilden, wodurch der Austritt der Hämolysine aus den Bakterienleibern verhindert wird. Die hemmende Wirkung der Kapselsubstanz ermögliche somit eine Unterscheidung der kapselbildenden Milzbrandbazillen von dessen kapsellosen abgeschwächten Varietäten und ebenso von den sogenannten Pseudomilzbrandbazillen. Da nach diesen Versuchen die Fähigkeit, Blutfarbstoff zu lösen, für die Unterscheidung der Pseudomilzbrand- und Milzbrandbazillen von Bedeutung ist, erschien es angezeigt, die Frage der Hämolyse näher zu untersuchen. Bei der Wichtigkeit dieser Frage für die Differentialdiagnose der genannten Bazillenarten dürften einige Bemerkungen über früher in dieser Richtung gemachte Beobachtungen von Wert sein.

Casagrandi, der als erster die Hämolyse der Milzbrandbazillen studiert hat, konnte wohl eine geringe hämolytische Wirkung der Bouillonkulturfiltrate auf Kaninchenblut, bei Züchtung in Blutnährböden jedoch keine hämolytischen Stoffe nachweisen. Der aus der Milz eines an Milzbrand gestorbenen Kaninchens hergestellte Kochsalzextrakt wirkte dagegen auf Blutkörperchen von Kaninchen, die mit Milzbrand infiziert waren, hämolytisch, nicht aber auf normales Kaninchenblut. Casagrandi ist daher der Ansicht, daß die hämolysierende Wirkung nicht auf die Bazillen, sondern auf den infizierten Organismus selbst zurückzuführen ist. Sobernheim ebenso wie v. Wunschheim konnten bei Züchtung der Milzbrandbazillen in Bouillon, der Blut zugesetzt war, die Erscheinung der Hämolyse regelmäßig nicht beobachten. v. Wunschheim ist der Meinung, daß der Milzbrandbazillus im Tierkörper ein Hämolysin erzeugt, das sich in einer in der Agonie auftretenden Hämolyse bemerkbar macht.

Heirovsky und Landsteiner erhielten aus Milzbrandkulturen in gewöhnlicher Bouillon keine hämolytisch wirkenden Filtratflüssigkeiten. Dagegen konnten aus Milzbrandkulturen in Bouillon mit Nutrose oder Pepton Chapoteaut durch Filtration oder durch Abzentrifugieren der Bakterien auf gewaschene Kaninchenblutkörperchen hämolytisch wirkende Flüssigkeiten erhalten werden. Die hämolytische Wirkung solcher Flüssigkeiten erreichte jedoch keine hohen Grade, da ein Volumen des keimfreien Filtrats höchstens ein gleiches Volumen einer gewaschenen 5%igen Kaninchenblutaufschwemmung löste. Heirovsky und Landsteiner haben auch darauf aufmerksam gemacht, daß durch Zugabe von normalem Kaninchenserum zur Blutaufschwemmung die Hämotoxine des Milzbrandbazillus in ihrer Wirkung gehemmt werden. Aus einer Notiz von Lauenstein geht hervor, daß der Milzbrandbazillus ein schwaches Hämolysierungsvermögen in Extrakten sowohl wie in Filtraten besitzt, während bei 56° C. 30 Minuten lang erhitzte Extrakte ihre hämolytische Fähigkeit eingebüßt hatten.

In gewissem Gegensatze zu den bisher gemachten Angaben stehen die Befunde von M. v. Krogh, der in Fortsetzung früherer Versuche von Jos. Koch festgestellt hat, daß der Milzbrandbazillus auf der Blutagarplatte eine deutliche Hämolyse regelmäßig zeigt. Zur Verwendung kamen Kaninchen-, Schaf- und Pferdeblut, das teils in gewaschenem Zustand, teils nur defibriniert dem verflüssigten und erkalteten Agar zugesetzt wurde. Auf den so hergestellten Blutagarplatten bildeten sämtliche 9 geprüften Milzbrandstämme der verschiedensten Herkunft nach 24—48 Stunden einen deutlichen hämolytischen Hof, wobei sich zeigte, daß die Hämolyse durch die Gegenwart des Serums meistens nicht gehemmt, zuweilen sogar etwas begünstigt wurde.

In allerjüngster Zeit hat dann Baerthlein, der die Blutfarbstoff lösende Wirkung der verschiedensten Bakterien von neuen Gesichtspunkten aus untersucht hat, die Mitteilung gemacht, daß es unter den Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen sowohl solche gibt, die blutlösend

wirken, als auch solche, die auf der Blutplatte und in Blutbouillon keine Veränderung erzeugen. Dem Verhalten der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen auf bluthaltigen Nährböden sei mithin keine differentialdiagnostische Bedeutung beizulegen.

In Anlehnung an die Versuchstechnik von Jarmai wurde das hämolytische Verhalten von 12 Milzbrand- und 18 Pseudomilzbrandstämmen in Blutbouillon und auf der Blutplatte geprüft. Zur Verwendung kamen Pferde- und Rinderblut, das sofort nach der Entnahme defibriniert, jedoch nicht gewaschen wurde. Die Blutbouillonröhrchen (10 ccm gewöhnliche Peptonbouillon + 2 ccm defibriniertes Blut) wurden zunächst durch Verbringen in den Brutschrank auf Sterilität geprüft (scharf abgesetzte Blutkörperchenschicht am Boden des Röhrchens ohne jede Spur von Hämolyse und ohne jede Trübung der Bouillon) und dann mit den betreffenden Stämmen geimpft. Nach 24stündigem Wachstum bei 37° zeigte sich, daß in den mit Milzbrandbazillen geimpften Röhrchen die Blutkörperchen unzerstört am Boden des Röhrchens sich abgesetzt hatten, worüber sich die schwach getrübte Bouillon ohne jede Spur einer Rotfärbung befand. Bei den mit Pseudomilzbrandbazillen geimpften Blutbouillonröhrchen war dagegen eine mehr oder weniger starke Blutlösung eingetreten, die sich durch Rotfärbung der Bouillon, namentlich im unteren Abschnitt des Röhrchens, kenntlich machte. Nach 10tägigem Aufenthalt der Blutbouillonkulturen im Brutschrank war die Hämolyse bei den mit Pseudomilzbrandbazillen geimpften Röhrchen weiter fortgeschritten in der Weise, daß die Kulturflüssigkeit, vor allem in den unteren Schichten dunkelrot gefärbt erschien. Die mit Pseudomilzbrandbazillen geimpften Blutbouillonröhrchen unterschieden sich deutlich von den mit Milzbrandbazillen geimpften Röhrchen, in denen nach etwa 4—5 Tagen höchstens eine Spur von Hämolyse in den unteren Schichten der Bouillon zu beobachten war, worüber sich die vollkommen ungefärbte Bouillon befand. Auch die mit Kultur aus I. Milzbrandvakzine geimpfte Blutbouillon unterschied sich in keiner Weise von den mit vollvirulenten Milzbrandbazillen geimpften Blutkulturen und ergab keine Hämolyse.

Bei Züchtung der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen auf Blutagarplatten wurde der gleiche Befund, vielleicht in noch typischerer Weise, erhalten. Die durch vorsichtiges Betupfen der Agaroberfläche (10 ccm flüssiger abgekühlter Agar + 2 ccm defibriniertes Blut) an einigen Stellen geimpften Platten ergaben, daß sich auf den mit Milzbrandbazillen geimpften Platten nach 24stündigem Verweilen im Brutschranke kleine graugefärbte gelockte Oberflächenkolonien entwickelten, in deren Umgebung der Blutfarbstoff seine rote Farbe unverändert beibehalten hatte (Tafel X, Fig. 10). Ein ganz anderes Verhalten zeigten die Pseudomilzbrandbazillen. Sämtliche 18 untersuchten Pseudostämme hatten auf der Blutplatte einen scharf abgesetzten Hof um die einzelne Kolonie gebildet, der sich von der umgebenden rotgefärbten Schicht deutlich abhob (Tafel X, Fig. 11). Bei längerer Züchtung vergrößerte sich der Hof um die einzelnen Kolonien noch etwas. Diese Erscheinung, die bei sämtlichen Pseudostämmen in gleicher Weise beobachtet wurde, trat auch bei wiederholter Untersuchung mit solcher Regelmäßigkeit auf, daß man ihr für die Differentialdiagnose der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen Bedeutung beilegen muß.

Fragt man sich nun, worauf die Fähigkeit der Pseudomilzbrandbazillen, blutkörperchenlösende Stoffe zu bilden, einerseits und das Fehlen dieses Vermögens bei den Milzbrandbazillen andererseits beruht, so ist daran zu erinnern, daß frühere Forscher (v. Wunschheim, Casagrandi u. a.) das Ausbleiben der Hämolyse beim Milzbrandbazillus auf den Serumgehalt oder auf den Blutgehalt des Nährbodens im allgemeinen zurückgeführt haben. Nach Jarmai soll, wie erwähnt, die Kapsel, die der Milzbrandbazillus in serumhaltigen und demnach wohl auch in bluthaltigen Nährböden bildet, den Austritt der Hämolysine verhindern. Wenn auch die Tatsache anerkannt werden muß, daß die Milzbrandbazillen in unverdünntem Serum ausschließlich Kapselbazillen bilden, so steht doch der Beweis noch aus, ob auch bei Züchtung in Blutnährböden, deren Serumkonzentration sehr gering ist, die Kapselbildung vor sich geht. Um diese Frage näher zu studieren, wurden von den Milzbrand- und Pseudomilzbrandblutkulturen vom 1.—10. Tage täglich Ausstrichpräparate angefertigt und nach Olt oder Martzynowsky gefärbt. In keinem Falle konnte aber eine Kapselbildung, weder beim Milzbrand noch beim Pseudomilzbrandbazillus, beobachtet werden. Hieraus geht also hervor, daß die Hemmung der Hämolyse beim Milzbrandbazillus auf das Vorhandensein der Kapsel nicht zurückgeführt werden kann.

Die durch frühere Untersucher bewiesene Tatsache, daß die Milzbrandbazillen bei Züchtung in gewöhnlicher Bouillon ebenso wie die Pseudomilzbrandbazillen durch den Hämolyseversuch nachweisbare blutkörperchenlösende Stoffe bilden, scheint vielmehr dafür zu sprechen, daß das Ausbleiben der Hämolyse bei Züchtung der Milzbrandbazillen in Blutnährböden auf die Blutkörperchen selbst zurückzuführen ist. In Bestätigung der von früheren Untersuchern ermittelten Befunde konnte ich nachweisen, daß Bouillonkulturfiltrate beider Bakterienarten hämolytisch wirken. Um eine Adsorption der antigenen Stoffe zu verhindern, benutzte ich zur Filtration der Bouillonkulturen keine Tonfilter, sondern filtrierte die mehrere Wochen alten Milzbrand- und Pseudomilzbrandkulturen durch sterilisierten Asbest. Der eigentliche Hämolyseversuch wurde dann so ausgeführt, daß 2 ccm Filtrat in ein Reagenzröhrchen gegeben und mit einem Tropfen defibrinierten Pferde- oder Rinderbluts versetzt wurden. Mit voller Absicht wurde auch zu diesen Versuchen nur defibriniertes und nicht gewaschenes Blut verwendet, um von vornherein dem Einwand zu begegnen, daß infolge des Fehlens des Serums die Hämolyse eingetreten sei. Bei dieser Versuchsanordnung ergaben sowohl die Filtrate der Milzbrandstämme K. I, K. II, Br. 3 als auch die der Pseudomilzbrandstämme Ps. I und IV unmittelbar nach der Zugabe des Blutes schon bei Zimmertemperatur eine augenblickliche Hämolyse. Die Röhrchen kamen dann für einige Zeit in den Brutschrank, worauf sie über Nacht bei Zimmertemperatur gehalten wurden. Nach dieser Zeit wurde der Befund notiert. Um qualitativ die hämolytischen Eigenschaften der einzelnen Stämme miteinander vergleichen zu können, wurde jedes Filtrat außer in unverdünntem Zustand in der Verdünnung 1 : 10, 1 : 50 und 1 : 100 in der beschriebenen Art mit Pferde- und Rinderblut auf seine Hämolysefähigkeit geprüft.

Tabelle 15. Hämolyse von Milzbrandbouillonkultur-Filtraten.

++ = vollständige Hämolyse nach 1 Stunde.
\+ = vollständige Hämolyse nach 24 Stunden.
± = unvollständige Hämolyse.
— = keine Hämolyse.

Milzbrand-stämme	Pferdeblut				Rinderblut			
	Verdünnung				Verdünnung			
	unverdünnt	1 : 10	1 : 50	1 : 100	unverdünnt	1 : 10	1 : 50	1 : 100
K I	++	±	—	—	++	±	—	—
K II	++	±	—	—	++	+	—	—
Lf 1	±	—	—	—	+	—	—	—
Lf 2	++	—	—	—	++	—	—	—
Lf 3	++	—	—	—	±	—	—	—
Fr 24	++	—	—	—	+	—	—	—
Br 1	++	+	—	—	++	±	—	—
Br 2	+	—	—	—	+	—	—	—
Br 3	++	—	—	—	±	—	—	—
Br 4	++	—	—	—	+	—	—	—
Br 5	±	—	—	—	±	—	—	—
H	±	—	—	—	+	—	—	—
I. Milzbrand-vakzine	++	—	—	—	++	—	—	—

Die in Tabelle 15 niedergelegten Befunde bestätigen die schon früher bekannte Tatsache, daß die Milzbrandbazillen in Bouillonkulturen, wenn auch in verschiedenem Grade, hämolytische Stoffe bilden. Bei der Filtratverdünnung 1 : 10 blieb bei der Mehrzahl der Milzbrandstämme die Hämolyse aus. Die Hämolysinbildung der Pseudomilzbrandstämme ist, wie aus Tabelle 16 (S. 583) hervorgeht, im allgemeinen etwas reichlicher, was sich darin zu erkennen gibt, daß die Filtratverdünnung 1 : 10 häufig noch nach 24 Stunden vollständige Blutlösung bewirkte. Einige Stämme wirkten sogar noch in der Verdünnung 1 : 50 hämolytisch.

Ein Unterschied in der Wirkung der einzelnen Stämme auf die Blutkörperchen vom Pferde und Rinde konnte weder bei den Milzbrand- noch bei den Pseudomilzbrandbazillen beobachtet werden.

Durch diese Versuche sind die Ergebnisse von Jarmai vollkommen bestätigt worden. Die Pseudomilzbrandbazillen entfalteten bei Züchtung in Blutnährböden stets eine deutliche hämolytische Wirkung, die namentlich auf der Blutagarplatte durch die Ausbildung eines hämolytischen Hofes sich kenntlich machte, während die Milzbrandbazillen bei Züchtung in Blutnährböden eine Hämolyse vermissen ließen. Um Einwänden von vornherein zu begegnen, ist ausdrücklich darauf hinzuweisen, daß ein für die Differentialdiagnose verwertbares Ergebnis nur dann zu erzielen ist, wenn als Zusatz Blut (Pferd, Rind) verwendet wird, das nur defibriniert, aber nicht gewaschen ist. Die Tatsache aber, daß Milzbrandbouillonkulturen sowie deren Filtrate in gleichem Grade Blutfarbstoff auflösen wie die Pseudomilzbrandbazillen, scheint dafür zu

Tabelle 16. Hämolyse von Pseudomilzbrandkultur-Filtraten.

Pseudo-milzbrand-stämme	Pferdeblut				Rinderblut			
	Verdünnung				Verdünnung			
	unverdünnt	1:10	1:50	1:100	unverdünnt	1:10	1:50	1:100
Ps I	++	±	—	—	++	±	—	—
Ps II	++	±	—	—	++	±	—	—
Ps III	++	—	—	—	++	—	—	—
Ps IV	++	—	—	—	++	—	—	—
Ps V	++	+	±	—	++	+	±	—
Ps VII	++	±	—	—	++	±	—	—
Ps VIII	++	—	—	—	+	—	—	—
Ps IX	++	+	+	—	++	+	+	—
Ps X	+	+	±	—	+	+	±	—
Ps XI	+	+	—	—	++	+	±	—
Ps XII	++	—	—	—	++	—	—	—
Ps XV	+	—	—	—	+	—	—	—
Ps XVI	+	+	—	—	++	+	±	—
Ps XVII	+	—	—	—	+	—	—	—
Ps XVIII	+	—	—	—	+	—	—	—
Ps XX	++	+	—	—	++	+	±	—
Ps XXII	++	+	—	—	++	+	±	—
Ps XXIII	++	+	—	—	++	+	±	—

sprechen, daß nur bei Züchtung der Milzbrandbazillen in bluthaltigen Nährböden hämolytische Stoffe nicht entstehen. Der Kapselbildung kommt eine hemmende Wirkung auf die Hämolyse nicht zu. Denn es konnte gezeigt werden, daß die Milzbrandbazillen in Blutnährböden eine Kapsel nicht bilden.

IV. Pathogenität.

In den einleitenden allgemeinen Bemerkungen ist bereits ausgeführt worden, daß das Fehlen der Pathogenität für die Diagnose der Pseudomilzbrandbazillen eine gewisse, in manchen Fällen sogar ausschlaggebende Bedeutung hat. So waren die von der Mehrzahl der Autoren (Hueppe, Klein, Hartleb und Stutzer u. a.) isolierten und beschriebenen Stämme für Meerschweinchen und Mäuse überhaupt nicht pathogen. Einige Stämme, wie die von Burri, Bongert, Baumann, Wilamowsky, Gottstein gefundenen, waren für Mäuse nur dann pathogen, wenn verhältnismäßig große Bakterienmengen (1—3 Ösen oder 1 ccm Bouillonkultur) in die Bauchhöhle injiziert wurden. Auch konnte Baumann feststellen, daß diese für Mäuse schwach virulenten Stämme durch Mäusepassage an Virulenz nicht zunehmen. Eine Ausnahme von der Regel, daß die Pseudomilzbrandbazillen für Versuchstiere nicht oder nur schwach pathogen sind, bildet eigentlich nur der eine von Pfeiler und Drescher beschriebene Stamm des Bac. pseudoanthracis (Nr. 5), der für Meerschweinchen und Mäuse bei Subkutanimpfung stets virulent war. Auf Grund der angegebenen Merkmale (Unbeweglichkeit, Kapselbildung, Stäbchen mit scharfen

Ecken) ist jedoch die Annahme nicht von der Hand zu weisen, daß es sich bei diesem Stamme um einen schwach virulenten echten Milzbrandbazillus gehandelt hat.

Der aus dem Schweinefleisch isolierte Pseudomilzbrandstamm Ps. I war, wie erwähnt, in der ersten Generation bei subkutaner Einspritzung für weiße Mäuse und Meerschweinchen pathogen. Nachdem dieser Stamm auf künstlichen Nährböden fortgezüchtet worden war, hatte er jedoch seine Virulenz für Meerschweinchen und Mäuse bei subkutaner Injektion vollkommen verloren. Daß dieser Stamm jedoch immerhin noch eine gewisse Virulenz besaß, ergab sich daraus, daß Mäuse bei intraperitonealer Impfung mit großen Bakterienmengen eingingen, in deren Blut und Milz dann Pseudomilzbrandbazillen nachzuweisen waren. Um eine Virulenzsteigerung vorzunehmen, wurde dieser Stamm durch 10 Mäuse hindurchgeleitet, ohne daß eine Zunahme seiner Virulenz dadurch erreicht worden wäre. Hierauf wurde derselbe Stamm durch weitere 10 Mäuse in der Weise hindurch geschickt, daß mit dem Blute und der Milzaufschwemmung einer an Pseudoanthraxinfektion gestorbenen Maus eine zweite Maus intraperitoneal geimpft wurde. Wenn diese zweite Maus dann ebenfalls eingegangen war, wurde mit Blut und Milz eine dritte Maus geimpft u. s. f. In jedem Falle wurden von diesen Mäusen Reinkulturen erhalten, die, wenn sie neuen Mäusen und Meerschweinchen subkutan injiziert wurden, aber trotzdem nicht pathogen waren.

Mit dieser durch 10 Mäuse durchgeleiteten Pseudomilzbrandkultur wurden außerdem zwei $17^1/_2$ kg schwere Ferkel geimpft. Das eine bekam eine in 1 ccm Kochsalzlösung aufgeschwemmte Schrägagarkultur intravenös, an das andere wurde die Menge von 5 Agarkulturen verfüttert. Dieser Infektionsversuch verlief vollkommen negativ, indem beide Ferkel nicht nur nicht erkrankten, sondern nicht einmal irgend eine Temperatursteigerung zeigten. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß die in Rede stehende Kultur unter gewissen nicht näher bekannten Umständen nicht virulent sein könnte.

Fernerhin wurde die Virulenz aller übrigen (22) zur Verfügung stehenden Pseudomilzbrandstämme an Mäusen geprüft, die teils subkutan, teils intraperitoneal mit einer Öse einer eintägigen Agarkultur geimpft wurden. Das Ergebnis war, daß bei subkutaner Infektion alle Mäuse am Leben blieben. Bei intraperitonealer Infektion waren die Stämme Ps. IX, X, XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII, XX, XXII und XXIII virulent. Die intraperitoneal geimpften Mäuse gingen durchschnittlich am 2. bis 3. Tage nach der Impfung zugrunde, wobei im Blute stets Pseudoanthraxbazillen durch Färbung nachzuweisen und auf allen Nährböden zu züchten waren. Da aber die zur Virulenzprüfung angestellten Versuche nicht besonders zahlreich waren und sich nur auf Mäuse beschränkten, muß zugegeben werden, daß die Frage der Virulenz der Pseudomilzbrandbazillen noch nicht vollständig gelöst ist. Weitere Versuche, namentlich darüber, ob durch länger dauernde Passage durch andere Versuchstiere die Virulenz vielleicht gesteigert werden kann, dürften daher angezeigt sein. Es wären auch besonders die Bedingungen zu erforschen, unter denen die im allgemeinen saprophytischen Pseudomilzbrandbazillen ihre Virulenz bis zum Grade der Virulenz der Milzbrandbazillen steigern können. Daß dies wohl möglich ist, ergeben die von Wilamowsky, Neufeld, Lange, Willach, Fitch u. a. gemachten Beobachtungen,

in denen Pseudomilzbrandbazillen aus den Leichen von verstorbenen Menschen oder gefallenen Haustieren isoliert wurden. Es ist daher zu vermuten, daß die Pseudoanthraxbazillen unter gewissen Bedingungen für den Menschen und die Haustiere pathogen werden können. Auch in dem Falle, der den Anlaß zu diesen Untersuchungen gegeben hat, war ein Mensch erkrankt und gestorben, der sich beim Schlachten eines milzbrandverdächtigen Schweines infiziert hatte. Da aus dem Schweinefleisch ein Pseudomilzbrandbazillus isoliert wurde, so ist anzunehmen, daß dieser Bazillus sowohl für das Schwein als auch für den Menschen pathogen gewesen ist. Alle diese Erwägungen legen den Gedanken nahe, der Frage der Pathogenität der Pseudomilzbrandbazillen besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Zusammenfassung.

Aus Material (Muskulatur) von einem Schweine, das an milzbrandähnlichen Erscheinungen erkrankt und geschlachtet worden war, wurden sogenannte Pseudomilzbrandbazillen gezüchtet. Eine besondere Bedeutung hat dieser Befund dadurch erlangt, daß der die Schlachtung ausführende Schlächter unter dem Bilde des klinischen Milzbrandes erkrankt und gestorben war. Der Nachweis von Pseudomilzbrandbazillen bei erkrankten Menschen und Haustieren rechtfertigt es somit, derartigen Bazillen eine gewisse Bedeutung beizulegen.

Da die Pseudomilzbrandbazillen in der Natur und namentlich auch in tierischen Produkten (Fleischmehl, Knochenmehl, Wolle usw.) stark verbreitet und in morphologischer Beziehung den Milzbrandbazillen manchmal außerordentlich ähnlich sind, ist es möglich, daß sie mit dem Bac. anthracis verwechselt werden können. Die morphologische Ähnlichkeit der Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen ist bisweilen so groß, daß durch die bakterioskopische Untersuchung ein Unterschied überhaupt nicht oder nur auf Grund von nebensächlichen Merkmalen festgestellt werden kann.

Die Pseudomilzbrandbazillen sind in jungen Kulturen meistens beweglich, nach Eintritt der Sporenbildung werden sie jedoch gewöhnlich unbeweglich. Namentlich die einzeln liegenden Bazillen und die kurzen Bazillenfäden zeigen Beweglichkeit, während die längeren Fäden gewöhnlich unbeweglich sind. Jedoch kommen auch Stämme vor, die mehr oder weniger unbeweglich sind. Die Pseudomilzbrandbazillen bilden zum Unterschiede von Bac. anthracis keine färberisch darstellbaren Kapseln.

Die Sporenbildung ist bei den Pseudomilzbrandbazillen weit reichlicher und energischer als bei den Milzbrandbazillen und in Agarkulturen innerhalb 24 Stunden gewöhnlich bereits abgeschlossen. Die Sporen sind größer als die des Milzbrandbazillus und von mehr rundlicher Form.

Auf Agarplatten haben die Oberflächenkolonien der Pseudobazillen im Vergleich mit dem Milzbrandbazillus einen weniger lockenähnlichen Aufbau und am Rande eine geringere Zahl und vor allem unregelmäßiger gestaltete Ausläufer (Tafel VII, Fig. 1 und 2). Dementsprechend zeigen die Pseudomilzbrandbazillen im Abklatschpräparate unregelmäßig verlaufende in

einzelne Bazillen zerfallende Fäden im Gegensatze zum Milzbrandbazillus, der im Abklatschpräparate regelmäßig parallel verlaufende verschlungene Bazillenfäden aufweist (Tafel VII, Fig. 3 und 4; Tafel VIII, Fig. 5 und 6).

Beim Wachstum in Bouillon trüben die Pseudoanthraxbazillen besonders in den ersten 24 Stunden die Bouillon in stärkerem Grade als die Milzbrandbazillen, wobei sie gewöhnlich auf der Oberfläche der Bouillon ein Häutchen bilden, das beim Schütteln des Reagenzgläschens zu Boden sinkt. Nach einiger Zeit klären sich dann die Pseudomilzbrandbouillonkulturen unter Bildung eines deutlichen Bodensatzes, der sich vom Bodensatze der Milzbrandbouillonkulturen durch seine dichtere Beschaffenheit unterscheidet.

Milzbrand- sowohl wie Pseudomilzbrandbazillen bilden in Traubenzuckerbouillon Säure, während in Mannit- und Milchzuckerbouillon eine Änderung der Reaktion nicht auftritt.

In Lackmusmolke erzeugen die Pseudomilzbrandbazillen Alkali, wodurch die Molke deutlich gebläut wird. Bei Züchtung des Milzbrandbazillus in Lackmusmolke bleibt die Molke entweder unverändert oder nimmt, was bei der überwiegenden Mehrzahl der geprüften Milzbrandstämme beobachtet wurde, infolge von Säurebildung eine mehr oder weniger starke Rotfärbung an (Tafel IX, Fig. 9).

In Kartoffelkultur bildet die eine Gruppe der Pseudomilzbrandbazillen einen rötlichbraunen Farbstoff, während die andere Gruppe eine Farbstoffbildung vermissen läßt und Kulturen von graubrauner Farbe erzeugt. Die Milzbrandkulturen auf Kartoffeln haben dagegen stets eine gelbliche Farbe (Tafel IX, Fig. 8).

In Gelatinestichkultur zeigen die Pseudomilzbrandbazillen ebenfalls zwei einheitliche typische Wachstumsformen. Die Bazillen der einen Gruppe ergeben quer zum Impfstich üppiges Breitenwachstum in Form dicker sich verzweigender Ästchen, das sich von dem des Milzbrandbazillus dadurch unterscheidet, daß beim Bac. anthracis die seitlichen Ästchen feiner sind und dichter nebeneinander liegen, so daß die Milzbrandkulturen das Aussehen einer Lampenzylinderbürste haben. Die andere Gruppe der Pseudobazillen zeichnet sich in Gelatinestichkultur dadurch aus, daß das Wachstum hauptsächlich den Stichkanal entlang vor sich geht und zu beiden Seiten des Impfstichs knopfähnliche knotige Kolonien entstehen, ohne daß Wachstum in die Breite eintritt. Beide Gruppen von Pseudomilzbrandbazillen verflüssigen die Gelatine schneller als der Bac. anthracis. Bei der ersten Gruppe schreitet die Verflüssigung parallel zur Oberfläche fort, bei der zweiten Gruppe breitet sich die Verflüssigung mehr dem Stichkanal entlang aus, so daß unterhalb der Verflüssigungszone der Impfstich Trichterform hat (Tafel VIII, Fig. 7).

In gleicher Weise wachsen die Pseudomilzbrandbazillen in Stichkultur in durchsichtigem geraden Agar, von der Verflüssigungserscheinung natürlich abgesehen. Der eine Typus zeigt entsprechend dem Wachstum im Gelatinestich breites Wachstum in Form eines dichtverzweigten Flechtwerkes, die

zweite Gruppe knopfähnliche Kolonien. Der Milzbrandbazillus unterscheidet sich dagegen auch in Agarstichkultur aufs sinnfälligste von den Pseudomilzbrandbazillen durch sein bürstenähnliches Wachstum.

Hinsichtlich der morphologischen und kulturellen Unterschiede zwischen Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen sei im übrigen auf Tabelle 1 verwiesen.

Nach den Wachstumseigentümlichkeiten der Pseudomilzbrandbazillen in Agar- und Gelatinestichkultur sowie auf Kartoffel kann man zwei Typen unterscheiden:

1. **Typus Pseudoanthracis,** der im Agar- und Gelatinestich üppiges Wachstum in Form dicker, sich verzweigender Ästchen zeigt und auf Kartoffel in Form eines rotbraunen Belags wächst,

2. **Typus Anthrakoides,** der im Agar- und Gelatinestich knopfähnliche Kolonien und auf Kartoffel einen schmutziggrauen Belag bildet.

Bei der Präzipitation nach Ascoli gibt präzipitierendes Milzbrandserum sowohl mit Milzbrand- als auch mit Pseudomilzbrandextrakten positive Reaktion. Die Präzipitationsreaktion beim Milzbrand ist demnach eine typische Gruppenreaktion und kennzeichnet die ganze große Gruppe der Anthrax- und Pseudoanthraxbazillen. Wie sich aus Versuchen mit Standardbazillenextrakten ergibt, ist der Unterschied im Verhalten dieser Bazillen zum präzipitierenden Serum lediglich quantitativer Art. In gleicher Weise hergestellte Extrakte von Milzbrandkulturen reagieren mit dem präzipitierenden Milzbrandserum noch bei einer Extraktverdünnung 1 : 50 positiv, während Extrakte aus Pseudomilzbrandkulturen mit diesem Serum höchstens bis zur Verdünnung 1 : 20 oder sogar nur bis 1 : 5 positive Reaktion geben. Andererseits präzipitiert präzipitierendes Pseudomilzbrandserum, das durch Immunisierung von Kaninchen gewonnen wurde, ebenfalls sowohl mit Extrakten aus Milzbrand- wie aus Pseudomilzbrandkulturen, wobei durch quantitative Auswertung der Extrakte dieselben Unterschiede festzustellen sind. Pseudoextrakte präzipitieren nämlich mit Pseudomilzbrandserum bis zur Verdünnung 1 : 50 im Gegensatze zu Milzbrandextrakten, die mit Pseudomilzbrandserum höchstens bis zur Verdünnung 1 : 10 reagieren.

Milzbrand- und Pseudomilzbrandantigene zeigen mit Milzbrand- und Pseudomilzbrandserum Komplementbindung. Milzbrandbazillenextrakte geben mit präzipitierendem Milzbrandserum deutliche Hemmung der Hämolyse noch in der Serummenge 0,01 ccm, während Extrakte aus Pseudomilzbrandbazillen mit diesem Serum positive Reaktion erst in der Menge 0,2 bis 0,3 ccm geben. Pseudomilzbrandserum bindet in der Menge 0,01—0,05 ccm mit homologem Pseudoextrakt Komplement, jedoch erst mit 0,2 –0,3 ccm heterologem Milzbrandextrakt. Aus den Komplementbindungsversuchen ergibt sich im allgemeinen, daß die Komplementbindung beim Milzbrandbazillus und bei den Pseudomilzbrandbazillen ebenfalls als eine Gruppenreaktion, wenn auch nicht in so ausgeprägtem Grade wie die Präzipitation, zu gelten hat.

Mittels der Präzipitation und Komplementbindung konnte auch festgestellt werden, daß unter den Milzbrandstämmen vom Schweine häufig

solche vorkommen, die sich nach ihren biologischen Eigenschaften den Pseudomilzbrandbazillen nähern.

Bei Züchtung in Blutnährböden lassen sich die Milzbrand- und Pseudomilzbrandbazillen unterscheiden. Während der Milzbrandbazillus Blutfarbstoff nicht verändert, entfalten die Pseudomilzbrandbazillen eine deutliche hämolytische Wirkung.

Für kleine Versuchstiere sind die Pseudomilzbrandbazillen entweder überhaupt nicht oder höchstens nur für Mäuse dann pathogen, wenn sie in großen Mengen in die Bauchhöhle injiziert werden. Bei Passageimpfung nimmt die Virulenz der Pseudobazillen nicht zu.

Die Fälle, in denen Pseudomilzbrandbazillen in Organen von gestorbenen Menschen und gefallenen Tieren aufgefunden worden sind, lassen vermuten, daß die Pseudomilzbrandbazillen unter Umständen pathogen werden und als Erreger von milzbrandähnlichen Erkrankungen bei Menschen und bei Tieren eine Rolle spielen können.

Literatur.

Alexejew, Präzipitation als diagnostisches Mittel in der Veterinärmedizin. Arch. f. Veterin. Wissensch. [russisch] 1912, S. 986.

Andrijewsky, P. E., Bemerkungen zum Artikel von N. Pokschischewsky. Ebenda, 1911, S. 333.

Derselbe, Die praktische Anwendung der Thermopräzipitinreaktion nach Ascoli. Verhandl. der I. Zusammenkunft der Veterinärbakteriologen Rußlands zu St. Petersburg [russisch] 1912, S. 275.

Ascoli, A., Biologische Milzbranddiagnose mittels der Präzipitinmethode. Deutsche Med. Wochenschr. 1911, S. 353.

Derselbe, Zur Technik meiner Präzipitinreaktion zur Milzbranddiagnose. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1911, S. 365.

Derselbe, Die Präzipitindiagnose bei Milzbrand. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 58. 1911, S. 63.

Derselbe, Ergebnisse und Ausblicke der Thermopräzipitinreaktion. Virchows Arch. Bd. 213. 1913, S. 181 (die sämtliche Literatur über die Präzipitation enthaltend).

Derselbe, Zum vorläufigen Berichte von Dr. Guido Finzi „Über die Spezifität und über den diagnostischen Wert der „Thermopräzipitinreaktion“ nach Ascoli bei der Erkennnng des hämatischen Karbunkels und des Rotlaufs“. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 70. 1913, S. 85.

Ascoli und Valenti, Biologische Milzbranddiagnose. Zeitschr. f. Infektionskrankh. usw. der Haustiere. Bd. 7, 1910, S. 375.

Baas, Über Bacillus pseudanthracis. Dissertat. Straßburg 1902/3.

Baerthlein, Über Blutveränderungen durch Bakterien. Vortrag, gehalten am 11. 12. 13 in der Berliner Vereinigung für Mikrobiologie. Berliner klin. Wochenschr. 51. Jahrg. 1914, S. 329.

Bainbridge, Some observations on the bacillus anthracoides. Journ. of Path. and Bact. Vol. 8. 1902, p. 117.

Baumann, Über den Befund von milzbrandähnlichen Bazillen im Wasser. Hyg. Rundschau 1905, S. 7.

Bierbaum und Boehncke, Ist die Komplementbindungsreaktion mit spezifischem Serum für die Milzbranddiagnose verwertbar? Zeitschr. f. Infektionskrankh. usw. der Haustiere. Bd. 14, 1913, S. 231.

Bongert, Beiträge zur Biologie des Milzbrandbazillus und sein Nachweis im Kadaver der großen Haustiere. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 34, 1903, S. 779.

Bordet et Gengou, Sur l'existance de substances sensibilisatrices dans la plupart des serums antimicrobiens. Annal. de l'Inst. Pasteur. T. 15, 1901, p. 289

Burri, Über einen milzbrandähnlichen Bazillus aus südamerikanischem Fleischfuttermehl. Hyg. Rundschau 1894, S. 339.

Busson, Anaphylaxieversuche mit Milzbrand. Zeitschr. f. Immunitätsforsch. Orig. Bd. 12. 1912, S. 671.

Canestrini, Zitiert nach Kruse in Flügges Mikroorganismen Bd. 2, S. 233.

Casagrandi, Studi sul carbonchio ematico (Memoria V). Sostanze ad azione coagulante e necrotica e ad azione emolitica. Annali d'Ig. speriment. Vol. 12, 1902, f. 581.

Djonbelieff, Diagnostic expérimental du charbon bactéridien par la recherche de l'antigène. Compt. Rend. de Soc. Biol. T. 72, 1912, p. 450.

Derselbe, Diagnostic expérimental du charbon bactéridien. Rev. gén. de méd. vetérin. T. 21, 1913, p. 447.

Mc. Farland, Bacillus anthracis similis. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 24, 1898, S. 556.

Finzi, Über die Spezifität und über den diagnostischen Wert der „Thermopräzipitation" von Ascoli bei der Erkennung des hämatischen Karbunkels und des Rotlaufs. Ebenda Orig. Bd. 68, 1913, S. 556.

Fitch, Organism morphologically resembling anthrax bacteria. Report of the New York State Veterinary College 1909/10, p. 200.

De Gasperi, Über die Bedeutung der Thermopräzipitinreaktion nach Ascoli für die Diagnose des Milzbrandes. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 61, 1912, S. 184.

Gottstein, Ein Beitrag zur Milzbranddiagnose. Hyg. Rundschau 1902, S. 1185.

Hartleb und Stutzer, Das Vorkommen von Bacillus pseudanthracis im Fleischfuttermehl. Zentralbl. f. Bakt. II. Abt. Bd. 3, 1897, S. 81, 129 u. 179.

Heim, Lehrbuch der Bakteriologie. 4. Aufl., 1911, S. 297.

Heyrovsky und Landsteiner, Über Hämotoxine des Milzbrandbazillus und verwandter Bakterien. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 44, 1907, S. 150.

Hueppe und Wood, Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Saprophytismus und Parasitismus. I. Über Schutzimpfungen gegen Milzbrand. Berl. Klin. Wochenschr. 1889, S. 347.

Jarmai, Über die hämolytische Wirkung des Milzbrandbazillus und milzbrandähnlicher Saprophyten. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 70, 1913, S. 72.

Isabolinsky, Über den diagnostischen Wert der Präzipitationsreaktion nach Ascoli bei Milzbrand. Zeitschr. f. Infektionskrankh. usw. der Haustiere. Bd. 14, 1913, S. 466.

Kaesewurm, Über einen bei der bakteriologischen Nachprüfung der Milzbranddiagnose durch das Plattenkulturverfahren differentialdiagnostisch in Betracht kommenden sog. Pseudomilzbrandbazillus. Zeitschr. f. Fleisch- und Milchhyg. 1904, S. 137.

Kayser, Ein Beitrag zur Frage der Pathogenität des Bac. subtilis, besonders für das Auge. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 33, 1903, S. 241.

Klein, Botanische Bakterienstudien. Ebenda. Orig. Bd. 6, 1889, S. 313.

M. v. Krogh, Das Verhalten des Milzbrandbazillus auf bluthaltigen Nährböden. Ebenda. Orig. Bd. 54, 1910, S. 188.

Kuleschow, Über Eigenschaften des Milzbrandimmunserums. Gedächtnisband für Prof. I. M. Sadowsky [russisch]. 1912, p. 108.

Lange, Bericht über die 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin 1913. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Referate Bd. 57. 1913. Beiheft S. 279.

Lauenstein, Untersuchungen über die hämolytische Wirkung von Bakterien. Vet. Med. Dissertat. Hannover 1913. Ebenda Referate Bd. 59, 1913, S. 13.

Levy, Seventh Report of Michigan Academy of Sciences 1905, p. 173 (zit. nach Fitch).

Markoff, Zur Frage der Herstellung eines präzipitierenden Milzbrandserums. Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1911, S. 848.

Mayer, O., Beiträge zur Diagnose des Milzbrandes mittels Ascolis Thermopräzipitationsmethode. Monatsh. f. Tierheilk. Bd. 24, 1912, S. 47.

Neufeld, Bericht über die 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin 1913. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Referate Bd. 57, 1913. Beiheft S. 279.

Ottolenghi, Ricerche sperimentali su tre bacilli simili al bacillus anthracis. Atti d. R. Accad. de Fisiocritici serie 4, Vol. 15, 1903. Ref. in Baumgartens Jahresbericht 1903, S. 173.

Pfeiler und Drescher, Untersuchungen über die Beziehungen der Pseudomilzbrandbazillen zu den Milzbranderregern mittels der Präzipitationsmethode. Zeitschr. f. Infektionskrankh. usw. der Haustiere Bd. 13, 1913, S. 391.

Dieselben, Untersuchungen über das präzipitierende Milzbrandserum. Mitteil. d. Kaiser-Wilhelm-Instituts f. Landwirtschaft in Bromberg. Bd. 5, 1913, S. 281.

Pokschischewsky, Serum gegen Milzbrand, seine Eigenschaften und praktische Anwendung. Arch. f. Veterin. Wissensch. [russisch] 1910, p. 1297.

Derselbe, Zur Frage über die biologische Einheit des Bac. anthracis und pseudoanthracis. Weterinarnoje Obosrenie 1913, Nr. 9 [russisch]. Ref. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Referate Bd. 59, 1913, S. 194.

Poppe, Bericht über die 7. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie in Berlin 1913. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Referate Bd. 57, 1913. Beiheft S. 277 und Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1913, S. 583.

Preller, Milzbrandinfektion bei einer Hausschlachtung. Zeitschr. f. Fleisch- u. Milchhyg. 1912, S. 111.

Reeser, Complement fixation of different sera prepared at the State serum Institute Rotterdam. Fol. microbiol. Jahrg. 1, 1912, S. 319.

Rosshaur, Über Bacillus pseudoanthracis. Dissertat. Straßburg 1902/03.

Schulz, Beschreibung eines Bazillus, welcher dem Milzbranderreger sehr ähnlich ist. Mitteil. d. landwirtsch. Inst. d. Universität Breslau. 1902, H. 3, S. 41. Ref. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt., Bd. 30, S. 582.

Schütz und Pfeiler, Der Nachweis des Milzbrandes mittels der Präzipitationsmethode. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilk. Bd. 38, 1912, S. 207.

Schwarz, Komplementbindende Stoffe im Blutserum von Tieren, die mittels asporogenem Bac. anthracis immunisiert worden sind. Arch. f. Veterin. Wissensch. [russisch] 1910, p. 1664.

Seitz, Pathogener Bacillus subtilis. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 70, 1913, S. 13.

Senge, Meningitis purulenta et Encephalitis haemorrhagica nach Lumbalanästhesie, verursacht durch einen eigenartigen Sporenbildner. Ebenda Bd. 70, 1913, S. 353.

Silberschmidt, Le Bacillus subtilis comme cause de la panophthalmie chez l'homme. Annal. de l'Inst. Pasteur. T. 17, 1903, p. 268.

Sobernheim, Beitrag zur Frage der Bakterienanaphylaxie. Zeitschr. f. Immunitätsforsch. Orig. Bd. 5, 1910, S. 619.

Derselbe, Milzbrandserum. Handb. d. Immunitätsforsch. von Kraus u. Levaditi. Erg.-Bd. 1, 1911, S. 105.

Derselbe, Milzbrand. Handb. d. pathog. Mikroorg. v. Kolle-Wassermann. 2. Aufl., Bd. 3, 1913, S. 583.

Valenti, Beitrag zur Kenntnis der Pseudomilzbrandbazillen. Giorn. della R. Soc. ital. d'Igiene. 1911. F. 529. Ref. im Jahresber. von Ellenberger-Schütz 1911, S. 22.

Wahrlich, Bakteriologische Studien. Ref. Zentralbl. f. Bakt., Bd. 11, 1892, S. 49.

Wilamowsky, Über einen Fall von Pseudoanthrax. Ebenda. Originale, Bd. 66, 1912, S. 39.

Willach, Milzbrand oder nicht Milzbrand? Eine Entscheidung des Großh. Bad. Verwaltungsgerichtshofes. Deutsche Tierärztl. Wochenschr. 1896, S. 151.

Wischelessky, Antimilzbrandserum und seine praktische Anwendung. Bericht über II. Russ. Tierärztl. Kongr. [russisch]. Bd. 3, 1910, p. 671.

v. Wunschheim, Über Hämolyse bei experimentellen Infektionen. Münch. Med. Wochenschr. 1903, S. 1117.

Derselbe, Über Hämolyse im Reagenzglas und im Tierkörper. Arch. f. Hyg. Bd. 54, 1905, S. 185.

Zikes, Beitrag zum Vorkommen milzbrandähnlicher Bakterien im Leitungswasser. Mitteil. d. Österr. Versuchsstation f. Brauerei und Mälzerei. Wien 1902, H. 10. Ref. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Referate Bd. 32, 1902, S. 389.

Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche.

I. Mitteilung.

Über die Bedeutung der v. Beteghschen Körperchen in der Aphthenlymphe.

Von

Dr. E. Kallert,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafeln XI und XII.)

Bei der Suche nach dem Erreger der Maul- und Klauenseuche ging die überwiegende Mehrzahl der Forscher, die sich mit dem Gegenstande beschäftigt haben, von der gewiß berechtigten Annahme aus, daß der Erreger, wenn überhaupt, am leichtesten aus dem Inhalt der sog. Aphthen, die den Ansteckungsstoff der Maul- und Klauenseuche am konzentriertesten enthalten, mit Hilfe geeigneter bakteriologischer Methoden zur Darstellung gebracht werden könne. Loeffler und Frosch haben in ihrer grundlegenden Abhandlung über Maul- und Klauenseuche aus dem Jahre 1898 erwähnt, daß in der Lymphe neben gröberen morphologischen Bestandteilen (Leukozyten, roten Blutkörperchen, granulierten Zellen) zahlreiche, stark lichtbrechende, kleine, runde Gebilde vorkommen, denen sie eine spezifische Bedeutung jedoch nicht zugesprochen haben. Später hat Terni ähnliche Gebilde bei der Maul- und Klauenseuche sowie auch bei der Variola-Vakzine beschrieben, die sich durch ihre eigenartige Anordnung und dadurch auszeichnen sollen, daß sie nach Giemsa, Leishman und Marino elektiv färbbar sind.

Auch Huntemüller hat in der Aphthenlymphe kleine Kugeln von Kokkengröße, die teilweise im Innern einen stärker lichtbrechenden Punkt aufweisen, und daneben kleinere, kugelige oder hantelförmige Gebilde an der Grenze der Sichtbarkeit gefunden. Auf Grund weiterer Untersuchungen erkannte Huntemüller, daß es sich bei diesen Körperchen, denen er zunächst eine spezifische Rolle zuzusprechen geneigt war, um nichtspezifische kolloidale Teilchen handelte.

In jüngster Zeit hat nun v. Betegh über Untersuchungen berichtet, die die Darstellung des Erregers aus der Blasenlymphe zum Ziele hatten. Dieser Forscher untersuchte als erster die Lymphe im Dunkelfeld und daneben in gefärbten Ausstrichpräparaten. Bei Dunkelfeldbeleuchtung waren nach v. Betegh in der Aphthenlymphe massenhaft kleine, stark lichtbrechende, runde Körperchen sichtbar, die sich

sehr lebhaft bewegten. Diese Gebilde fanden sich nicht nur im flüssigen Inhalt der Aphthen vor, sondern auch in weißen Blutkörperchen eingeschlossen, die aufgequollen und mit den lebhaft durcheinander schwirrenden, kleinen, lichtbrechenden Körperchen vollgepfropft erschienen. In dünnen Ausstrichen aus Aphthenlymphe, die mit Giemsalösung gefärbt und mit Tanninlösung differenziert worden waren, hat v. Betegh ähnliche kleine, rundliche oder ovoide Körperchen gefunden, die im Gesichtsfeld diffus verstreut oder häufig im Kerne von Leukozyten lagen. Diese Gebilde, die bei der Färbung nach der Giemsa-Tanninmethode rostbraun oder rotviolett erschienen, hatten eine periphere, schmale, achromatische Hüllsubstanz und ein zentrales, gefärbtes Korn von rundlicher bis ovoider Form. Häufig konnte v. Betegh in gefärbten Lymphausstrichen Gebilde beobachten, die einen kleinen Fortsatz oder eine Geißel trugen. Auch diplokokkenähnliche Formen waren zu sehen, die v. Betegh als Teilungsfiguren ansprach. Die kleinsten Körperchen hatten etwa 0,25—0,30 μ, die größten bis 1 μ Durchmesser. Aus dem Vorkommen kleinster Formen in Leukozytenkernen hat v. Betegh geschlossen, daß im Kern der weißen Blutkörperchen die Entwicklung der fraglichen Gebilde vor sich gehe.

Aus der großen Zahl, der Kleinheit und anscheinend besonderen Struktur der beobachteten Gebilde, ferner aus dem Umstande, daß sie in allen Aphthen anfangs in „Reinkultur" nachzuweisen, und aus der Tatsache, daß bis jetzt solche Gebilde bei Maul- und Klauenseuche nicht bekannt waren, glaubte v. Betegh schließen zu können, daß er den spezifischen Erreger dieser Krankheit vor sich hatte.

Die Wichtigkeit der Frage, ob die von v. Betegh im Dunkelfeld und in gefärbten Ausstrichpräparaten aus Aphthenlymphe beobachteten Gebilde tatsächlich Erscheinungsformen des Virus der Maul- und Klauenseuche seien, war der Anlaß, diese interessanten Befunde nachzuprüfen.

Wenn man an die mikroskopische Untersuchung der Aphthenlymphe herantritt, ist es notwendig, sich die Entwicklung und Struktur der Aphthen, die ein charakteristisches Merkmal der Maul- und Klauenseuche bilden, vor Augen zu halten.

Die Maul- und Klauenseucheaphthe entwickelt sich in der Weise, daß unter dem Einfluß der Infektion eine entzündliche Hyperämie des Papillarkörpers der Maulschleimhaut oder der allgemeinen Decke zustande kommt, an die sich ein Austritt seröser Flüssigkeit und weißer Blutzellen aus den Kapillargefäßen und somit eine Flüssigkeitsansammlung im Epithel mit einer Hervorwölbung der oberen Epithelschichten in Gestalt einer Blase anschließt. Die Absonderung des Exsudats erfolgt jedoch nicht in einen präformierten Hohlraum, sondern in festgefügte Lagen von Epithelzellen hinein. Wie Zschokke gezeigt hat, werden die Epithelzellen vom Exsudat durchtränkt, zur Aufquellung gebracht und zerstört. Die Aphthenlymphe enthält also bereits im Frühstadium der Aphthe neben dem Virus aus dem erkrankten Organismus stammende Bestandteile, nämlich Leukozyten und Eiweißkörper aus dem Blutserum, ferner Zerfallsprodukte von Kernen und Protoplasma der durch die Exsudation zerstörten Epithelzellen. Daß die Aphthenlymphe in der Tat sehr eiweißreich ist, beweist der stark positive Ausfall der Kochprobe bei einer Verdünnung der Lymphe mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis von 1 : 100.

I. Untersuchung von Aphthen-Lymphe im Dunkelfelde.

Bald nach der Entdeckung des Ultramikroskops durch Zsigmondy und Siedentopf sind mehrere Arbeiten erschienen, die sich mit der Dunkelfelduntersuchung von Eiweißlösungen beschäftigten. Man hoffte, mit Hilfe des Ultramikroskops, das weit unter der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit liegende korpuskuläre Elemente erkennbar zu machen vermag, auch einen näheren Einblick in die Struktur kolloidaler Lösungen gewinnen zu können. Diese Hoffnung erschien umsomehr berechtigt, als man schon bisher die Eiweißlösungen nicht als Lösungen im chemischen Sinne, sondern als Suspensionen feinster Eiweißpartikel im homogenen Medium aufgefaßt hatte. Als erster hat Rählmann den Nachweis erbracht, daß in kolloidalen Lösungen tatsächlich die feinsten Eiweißteilchen durch das Ultramikroskop sichtbar gemacht werden können. Rählmann stellte fest, daß in Eiweißlösungen verschiedener Herkunft, besonders auch in normalen und pathologischen Gewebeflüssigkeiten, die Eiweißteilchen in Gestalt feinster, lichtbrechender, beweglicher Gebilde auf dem dunklen Untergrund hervortreten. Rählmann hat dann weiterhin ermittelt, daß, je nach der Herkunft und Konzentration der untersuchten Flüssigkeiten, die Eiweißteilchen in der verschiedensten Form, Größe, Anordnung und Menge auftreten. Bezüglich der Beweglichkeit der Teilchen beobachtete er, daß sie in stärker konzentrierten Lösungen gering ist, dagegen bei Verdünnung lebhaft oszillierend wird. Diese eigenartige Beweglichkeit faßte Rählmann nicht als einfache Brownsche Molekularbewegung auf, sondern als den Ausdruck von Gravitationswirkungen, durch welche die Teilchen sich gegenseitig in Spannung halten. Für den Zweck der vorliegenden Arbeit erübrigt es sich, auf die interessanten Untersuchungen Rählmanns näher einzugehen. Nur beiläufig seien seine Beobachtungen an normalen weißen Blutkörperchen erwähnt. Rählmann hat nämlich gefunden, daß der Inhalt der Leukozyten aus einer Unmenge kleiner, lichtbrechender Teilchen besteht, die äußerst lebhaft durcheinander wirbeln. Dieses eigenartige, stetig sich verändernde Bild wird nach seiner Ansicht dadurch erzeugt, daß jedes Protoplasmakörnchen Beugungsringe gibt, die bei der dichten Lagerung der Teilchen sich gegenseitig berühren und bei den Bewegungen der Teilchen sich fortwährend gegeneinander verschieben. Ähnliche bewegliche Gebilde fanden sich auch in Speichelkörperchen, in Pigmentzellen und in abgelösten Endothelzellen vor. In frischen Sekreten erkrankter Schleimhäute konnte Rählmann neben ausgewanderten Zellen zahllose, aus dem Epithel stammende Protoplasma- und Kernteile beobachten, die meist submikroskopisch, beweglich und in der Gestalt veränderlich waren.

Die Untersuchungsergebnisse Rählmanns hinsichtlich der Eiweißlösungen wurden bestätigt und ergänzt von L. Michaelis. Dieser stellte fest, daß in jeder kolloidalen Lösung das Eiweiß in zwei verschiedenen Zustandsformen enthalten ist, nämlich in optisch sichtbarer Form als lichtbrechende Teilchen und als optisch auch bei Dunkelfeldbeleuchtung unauflösbare Trübung, die als diffus leuchtender Untergrund wahrnehmbar ist. Große Verschiedenheiten in der Anzahl der Teilchen ergeben sich nach L. Michaelis, je nachdem man eine Eiweißlösung mit destilliertem Wasser oder mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt, eine Angabe, die von Rählmann später

bestätigt wurde. Bei stärkerer Verdünnung mit Wasser werden Eiweißteilchen optisch wahrnehmbar, die bis dahin durch die Einhaltung einer bestimmten Kochsalzkonzentration in Lösung geblieben waren. Nach L. Michaelis sind die ultramikroskopischen Körnchen nicht als Moleküle anzusehen, wie das von verschiedenen Seiten geschehen war, sondern als Vorstufen der Ausflockung, als Zusammenballungen von Molekülen. V. Behring kam auf Grund seiner eigenen und der von seinen Mitarbeitern Siebert, Römer, Much und Ziegenbein angestellten vergleichenden Proteïnstudien im Dunkelfelde sogar zu dem Ergebnis, „daß wir im ultramikroskopischen Apparat zum Nachweis von Proteïnkörpern ein Reagens besitzen, welches so empfindlich ist, wie kein anderes unter den bis jetzt von der Physik und Chemie dargebotenen Reagentien."

Aus den Untersuchungen der oben angeführten und anderer Autoren geht hervor, daß in eiweißhaltigen normalen und pathologischen Flüssigkeiten feinste Eiweißteilchen bei Dunkelfeldbetrachtung sichtbar werden. Im besonderen hat Rählmann gezeigt, daß derartige im Dunkelfelde nachweisbare Eiweißteilchen sowohl in normalen Leukozyten als auch in pathologischen Absonderungen als Zerfallsprodukte von Körperzellen zu sehen sind.

Der Inhalt der Maul- und Klauenseucheaphthe ist, wie schon ausgeführt wurde, nach Art seiner Entstehung als ein Exsudat aufzufassen. Er enthält Serumeiweißstoffe aus dem Blute und neben intakten und in Degeneration befindlichen Leukozyten zahlreiche Zerfallsprodukte von Epithelzellen. Von vornherein mußte also damit gerechnet werden, daß bei der Dunkelfelduntersuchung der Aphthenlymphe alle diese verschiedenartigen Eiweißkörper in Erscheinung treten würden. Eine besondere Frage war die, ob neben diesen mit Sicherheit zu erwartenden Bestandteilen der spezifische Erreger sichtbar zu machen sein würde.

Wie demnach zu erwarten war, ergaben eigene Untersuchungen von Aphthenlymphe im Dunkelfeld das Vorhandensein einer außerordentlich großen Menge beweglicher, stark lichtbrechender Gebilde der verschiedensten Form und Größe (Taf. XI, Fig. 1 und Taf. XII, Fig. 5). Diese Gebilde fanden sich sowohl in frisch gewonnener Aphthenlymphe, als auch in Lymphe, die mit Glyzerin verdünnt längere Zeit aufbewahrt worden war. Die Größe der Körperchen war sehr verschieden. Es fanden sich einesteils Gebilde, die sehr deutlich sichtbar waren und sich durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen auszeichneten, während anderenteils Körperchen beobachtet wurden, die an der Grenze der Sichtbarkeit lagen und vom Untergrund nur schwer zu unterscheiden waren. Das Lichtbrechungsvermögen entsprach der Größe der einzelnen Körperchen; bei den größeren war es stärker, bei den kleineren schwächer, häufig waren einzelne besonders hell leuchtende Gebilde zu sehen. Die Bewegung der Gebilde war tanzend, oszillierend und machte manchmal den Eindruck einer echten Eigenbewegung. In unverdünnter Aphthenlymphe war die Beweglichkeit der einzelnen Teilchen wegen ihrer dichten Lagerung minder lebhaft als in Lymphe, die mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt worden war. Die gleiche Beobachtung hat übrigens Rählmann an anderen kolloidalen Lösungen gemacht.

Die Eigenart der Dunkelfeldbeleuchtung bringt es mit sich, daß die Form der Teilchen und ihre gegenseitige Anordnung nur annähernd bestimmt werden können.

Nach L. Michaelis wird nämlich im Dunkelfeld nicht eine Abbildung der Teilchen selbst, sondern nur ein von ihrer wahren Form unabhängiger Lichteindruck erzeugt. Auch bei meinen Untersuchungen hat sich ergeben, daß das genaue Erfassen der Form des Lichteindrucks sehr erschwert wird durch die fortwährende lebhafte Bewegung der einzelnen Teilchen und dadurch, daß bei einigermaßen dichter Lagerung der Körperchen die Lichtbeugungsringe ständig sich schneiden und gegeneinander verschieben. Die Körperchen schienen in der Mehrzahl rundlich zu sein, die meisten lagen einzeln, manche zu zweien, dreien, sowie in kurzen Ketten und Häufchen angeordnet. Die Bildung von Häufchen konnte künstlich durch Zusatz von Formalin zur Lymphe hervorgerufen werden. Gelegentlich sah man auch, daß zwei Teilchen durch einen kurzen Verbindungsfaden in Hantelform zusammenhingen, oder daß ein kleineres Körperchen mit einem größeren in Diplokokkenform oder drei gleich oder verschieden große Gebilde in Form eines Dreiecks zusammenlagen. Mit diesen Beispielen ist die Mannigfaltigkeit in der Form und Anordnung der Teilchen, die man in der Lymphe sehen konnte, noch lange nicht erschöpfend dargestellt. Daß nicht alle Eiweißteilchen der Aphthenlymphe im Dunkelfeld sichtbar werden, scheint sich daraus zu ergeben, daß ein ganz schwach diffus leuchtender Untergrund bestehen bleibt, in dem die gerade noch wahrnehmbaren Teilchen fast verschwimmen. Die korpuskulären Teilchen des Untergrundes sind offenbar so klein, daß sie auch durch die intensive Lichtquelle des Dunkelfelds nicht mehr aufgelöst werden können. Auch in Lymphe, die verdünnt durch Berkefeldkerzen filtriert worden war, fanden sich im Dunkelfelde sowohl die beschriebenen größeren als auch die an der Grenze der Sichtbarkeit liegenden kleinsten Körperchen.

Die von v. Betegh in der Lymphe beobachteten Leukozyten mit ähnlichen, stark lichtbrechenden, tanzenden Körperchen konnte ich bei meinen Untersuchungen ebenfalls nachweisen. In den Leuko- und Lymphozyten der Aphthenlymphe waren nämlich größere und kleinere, helleuchtende, lebhaft durcheinander schwirrende Körnchen neben gleichartigen, größeren, unbeweglichen zu sehen. Besonders auffalllend war, daß Lymphe, die 1½ Jahre lang im Eisschrank aufbewahrt worden war, die gleichen Gebilde wie frische Lymphe und ebenso Leukozyten mit beweglichen Körperchen im Innern enthielt (Taf. XI, Fig. 1).

Es kann nach den bisherigen Ausführungen kein Zweifel darüber bestehen, daß v. Betegh in der Lymphe bei Dunkelfeldbeleuchtung korpuskuläre Elemente gesehen und für die spezifischen Erreger der Maul- und Klauenseuche gehalten hat, die nichts anderes als die in der Aphthenlymphe vorhandenen und im Dunkelfeld sichtbar werdenden Eiweißteilchen verschiedener Herkunft sind. Daß v. Betegh in der Tat diese in der Aphtenlymphe enthaltenen Eiweißteilchen als etwas Spezifisches angesehen hat, geht eindeutig aus dem Umstand hervor, daß er bei der Schilderung seiner Befunde das Vorhandensein dieser gleichsam normalen Gebilde in keiner Weise berücksichtigt hat.

In diesem Zusammenhang ist auch darauf hinzuweisen, daß es schon vor v. Betegh an Bemühungen nicht gefehlt hat, mittels Untersuchung im Dunkelfelde Krankheitserreger sichtbar zu machen, die mit den gewöhnlichen mikroskopischen

Methoden nicht darzustellen sind. Die in dieser Hinsicht angestellten Untersuchungen bezogen sich fast ausnahmslos auf filtrierbare Virusarten. Volpino und Casagrandi haben in Vakzine feinste, lebhaft bewegliche Körperchen beobachtet, die höchstens 0,2 μ groß sein und hauptsächlich intrazellulär liegen sollen. Durch starke Lichtbrechung sollen sich diese Körperchen von den anderen im Präparate vorhandenen Körnchen unterscheiden und die Gebilde sollen nur bei Variola-Vakzineinfektion zu finden sein. Kritische Nachprüfungen dieser Befunde, besonders unter Verwendung geeigneten Vergleichsmaterials, haben bis jetzt nicht stattgefunden. Jedenfalls äußern sich Hartoch und Schürmann in jüngster Zeit bezüglich der Pockenätiologie dahin, daß der sichere Nachweis spezifischer Erreger noch nicht gelungen sei.

Flexner und Noguchi haben kürzlich mitgeteilt, daß es ihnen gelungen sei, den von ihnen gezüchteten Erreger der Poliomyelitis epidemica auch im Dunkelfeld zu sehen. Der Poliomyelitiserreger soll in Form kleinster, rundlicher Körperchen, die in kurzen Ketten, in Paaren und kleinen Konglomeraten zusammenhängen, unter den unzähligen oszillierenden Proteïn- und anderen Körnchen des flüssigen Kulturmediums sichtbar sein. Von den zahllosen Körnchen andrer Natur, die bei Dunkelfeldbeleuchtung hervortreten, soll sich dieser Erreger nur schwer unterscheiden lassen.

Auch Fornet hat erwähnt, daß er in seinen Reinkulturen des Pockenerregers kleinste lichtbrechende Organismen im Dunkelfeld festgestellt hat (Microsoma variolae s. vaccinae).

In ihrer im Jahre 1910 erschienenen Abhandlung über die Morphologie des Erregers der Lungenseuche des Rindes haben Borrel, Dujardin-Beaumetz, Jeantet und Jouan als Erreger sehr polymorphe Gebilde beschrieben, die im Dunkelfeld entweder in Gestalt einzeln liegender oder paarweise gruppierter Kokken oder in Form von kurzen Ketten und Fäden oder in Sternform erscheinen sollen. Freiberger, der die Befunde der französischen Autoren nachgeprüft und zum Vergleich eine Anzahl Sera verschiedener Tierarten herangezogen hat, ist zu dem Schlusse gekommen, „daß die ultramikroskopischen Körperchen, welche die französischen Autoren für die Erreger der Peripneumonie halten, keine spezifischen Gebilde sind, da vollständig identische Körperchen auch im Blutserum gesunder und kranker Menschen und Tiere ultramikroskopisch nachzuweisen sind.“ Erwähnt sei noch, daß Freiberger auch andre eiweißhaltige Flüssigkeiten, gewöhnliche Bouillon, Martinsche Bouillon usw., mit positivem Erfolg untersucht hat, während er in destilliertem Wasser, in physiologischer Kochsalzlösung, im Harne von Mensch und Rind keine ultramikroskopischen Körperchen nachweisen konnte.

Um die Frage näher zu prüfen, ob die in der Aphthenlymphe beobachteten Gebilde auch in anderen eiweißhaltigen Flüssigkeiten vorkommen, wurde als Ergänzung zu den Lympheuntersuchungen im Dunkelfeld eine größere Reihe solcher Flüssigkeiten untersucht, die teils vom Menschen, teils vom Tiere stammten und zum Teil normaler, zum Teil pathologischer Natur waren. Unter anderem wurden geprüft: Serum von Mensch, Rind und Meerschweinchen; Galle von Mensch, Rind und Kaninchen; Speichel, Harn, Prostatasekret und Zerebrospinalflüssigkeit vom Menschen; Augenkammerwasser von Rind und Kaninchen; Transsudate vom Kaninchen, Eiter

vom Rind und von der Katze; Glyzerinvakzine; Bouillon, Schweinemagenbouillon, Lackmusmolke, Agarkondenswasser und Hühnereiweiß; auch der Inhalt einer Brandblase vom Menschen wurde untersucht. Diese Untersuchungen hatten, was vorweggenommen sei, das Ergebnis, daß alle in der Aphthenlymphe vorhandenen ultramikroskopischen Gebilde auch in anderen Eiweißlösungen der verschiedensten Herkunft vorkommen, wie das Freiberger in ähnlicher Weise hinsichtlich der Peripneumoniekörperchen festgestellt hat. Zu ähnlichen Ergebnissen sind Celli und de Blasi hinsichtlich des Erregers der Agalactia contagiosa, Otto und Neumann bezüglich des Gelbfiebervirus und Rosenthal beim Erreger der Hühnerpest gekommen. Es war diesen Autoren in keinem Falle möglich, von den kolloidalen Teilchen unterscheidbare Gebilde als Erreger nachzuweisen.

Auf die an den Vergleichsflüssigkeitsproben erhobenen Befunde in allen Einzelheiten einzugehen, würde zu weit führen. Nur einige Beobachtungen von allgemeinerem Interesse sollen mitgeteilt werden. Eine große Mannigfaltigkeit in Form, Größe und Lagerung der feinsten Teilchen konnte in Glyzerinvakzine und in der durch Vakzineinfektion verursachten Trübung der Kaninchenkornea festgestellt werden. In der mit Vakzine infizierten Hornhaut des Kaninchens fanden sich die fraglichen lichtbrechenden Körperchen nicht nur frei in der Flüssigkeit, sondern auch in Zellen eingeschlossen, in denen sie teils beweglich, teils unbeweglich waren. Zellen mit feinsten, lebhaft durcheinander schwirrenden Teilchen wurden ferner beobachtet im Speichel vom Menschen, im Eiter vom Rinde, im Blutserum eines an Apoplexie gestorbenen Menschen, im Serum vom Rinde (Taf. XI, Fig. 2 und Taf. XII, Fig. 6) sowie im eitrigen Konjunktivalsekret einer staupekranken Katze. Bei sämtlichen untersuchten Flüssigkeiten ergab sich, daß die im Dunkelfelde sichtbaren feinkörnigen Protoplasmabestandteile nicht in allen Zellen gleich gut zu sehen sind. Häufig findet man nur unbewegliche, aus dicht zusammenliegenden, großen und kleinen Körnern bestehende, glänzende Massen, bisweilen auch größere, glänzende und unbewegliche Körperchen mit dunklem Zentrum. In welcher Form das Innere der Zellen sichtbar wird, hängt wohl von dem jeweiligen Zustand der Zelle, im besonderen von dem Grade der noch vorhandenen Lebensfähigkeit oder der bereits eingetretenen Degeneration ab. In sehr eiweißreichen Flüssigkeiten, z. B. im Normalserum vom Menschen, Rinde (Taf. XI, Fig. 2 und Taf. XII, Fig. 6), Meerschweinchen und Kaninchen, ferner im Eiterserum vom Pferde und im Maul- und Klauenseucheimmunserum vom Rinde, fanden sich ebenfalls außerordentliche Mengen beweglicher, lichtbrechender Gebilde, die in Größe und Anordnung große Verschiedenheit zeigten. In Flüssigkeiten, deren Eiweißgehalt sich nach der Art ihrer Entstehung dem des Blutserums nähert, z. B. in Exsudaten, waren auch annähernd die gleichen Mengen beweglicher Körperchen wie im Serum zu finden; in eiweißärmeren Lösungen, z. B. in Nährbouillon, im Augenkammerwasser oder im Kondenswasser von Schrägagar, war ihre Anzahl entsprechend vermindert. In eiweißreicheren Sekreten, wie in der Galle und im Speichel des Menschen, in der Galle des Rindes und Meerschweinchens, im menschlichen Prostatasekret, sind ebenfalls bedeutende Mengen im Dunkelfelde sichtbarer Eiweißteilchen vorhanden. Der Harn des Menschen, der bekanntlich normalerweise Eiweiß in nachweisbarer Menge nicht

enthält, wies gleichwohl im Dunkelfelde vereinzelte tanzende Gebilde auf, die vielleicht aus zu Grunde gegangenen Zellen der Harnwege stammten. Sehr bedeutend war der Gehalt des Harnes an Eiweißteilchen jedoch dann, wenn er von Tieren stammte, die einige Zeit nach dem Tode gelegen hatten. Durch die postmortale Erweichung und Auflösung des Harnblasenepithels treten viele Protoplasma- und Kernbestandteile in den Harn über, die im Dunkelfeld sichtbar werden. In der Milch waren neben den kleinen Eiweißteilchen zahlreiche größere, weniger lebhaft bewegliche, helleuchtende Ringe zu beobachten, die offenbar Fetttröpfchen darstellten.

Wie sehr das Dunkelfeldbild einer kolloidalen Lösung vom Wassergehalt abhängt, kann man leicht durch einen einfachen Versuch feststellen. Betrachtet man unverdünntes Hühnereiweiß im Dunkelfeld, so sieht man einen ganz schwach diffus leuchtenden Untergrund, der aus allerfeinsten, beweglichen, an der Grenze der Sichtbarkeit stehenden Stäubchen zusammengesetzt erscheint; dazwischen kann man in geringer Anzahl etwas größere Gebilde wahrnehmen. Verdünnt man jedoch das Hühnereiweiß mit physiologischer Kochsalzlösung, etwa im Verhältnis 1 : 10, so sind die deutlich sichtbaren, lebhaft beweglichen Körperchen weitaus zahlreicher vorhanden. Schließlich sei hervorgehoben, daß in der zur Kontrolle geprüften physiologischen Kochsalzlösung Gebilde, wie sie in Eiweißlösungen zu beobachten sind, nicht gefunden wurden.

Aus den vorstehenden Untersuchungen geht hervor, daß in der Aphthenlymphe bei Dunkelfeldbeleuchtung die von v. Betegh beschriebenen Körperchen sichtbar sind. Durch vergleichende Untersuchungen wurde jedoch festgestellt, daß alle in der Aphthenlymphe im Dunkelfelde sichtbaren Gebilde auch in sonstigen tierischen Flüssigkeiten normaler und pathologischer Art vorkommen. Wenn auch die Möglichkeit zugegeben werden muß, daß unter den im Dunkelfelde in der Aphthenlymphe sichtbaren Körperchen sich der spezifische Erreger der Maul- und Klauenseuche befindet, so ist es doch bei der jetzigen Art der Dunkelfelduntersuchung nicht möglich, diesen von den gewöhnlichen kolloidalen Teilchen zu unterscheiden.

II. Untersuchung von Aphthenlymphe in gefärbten Ausstrichpräparaten.

Um die im Dunkelfelde gesehenen Körperchen im gewöhnlichen Ausstrichpräparat sichtbar zu machen, gebrauchte v. Betegh die auch von anderen Forschern zur Darstellung filtrierbarer Virusarten empfohlenen Färbemethoden. Da die filtrierbaren Virusarten, wie Lipschütz gezeigt hat, zu den schwer färbbaren Mikroorganismen zählen, sind die gewöhnlichen Farbstoffe, wie Methylenblau, Fuchsin usw., für ihre Darstellung nur wenig geeignet. Diese ist vielmehr am ehesten nach der Giemsamethode oder nach der Löfflerschen Geißelfärbungsmethode zu erwarten. Bei Anwendung dieser Methoden konnten Lipschütz bei Molluscum contagiosum und Geflügelpocken, Halberstädter und v. Prowazek bei Trachom, Volpino, v. Prowazek und Paschen bei Vakzine und Variola feststellen, daß bei diesen durch ein filtrierbares Virus erzeugten Krankheiten feine, punktförmige, im Gesichtsfelde diffus verstreut liegende Gebilde vorkommen. Diesen Gebilden, die sie als Elementarkörperchen

oder Strongyloplasmen bezeichnen, schreiben sie eine spezifische Bedeutung zu. Unlängst hat dann Fornet bei seinen Untersuchungen über die Züchtung des Pockenerregers beobachtet, daß in Kulturausstrichen, die mit Giemsa- oder heißer Karbolfuchsinlösung gefärbt worden waren, der Pockenerreger in Gestalt feiner, einzeln oder in bestimmter Anordnung liegender, punktförmiger Körperchen zu sehen ist. Es ist jedoch darauf hinzuweisen, daß die in gefärbten Ausstrichpräparaten gefundenen, als Strongyloplasmen bezeichneten Gebilde noch nicht allgemein als spezifische Krankheitserreger Anerkennung gefunden haben.

Zur Untersuchung von Aphthenlymphe in gefärbten Präparaten wurden nach der Angabe v. Beteghs linsengroße Ausstriche auf Deckgläschen angefertigt. Die Färbung dieser Ausstriche mit Giemsalösung geschah teils nach v. Betegh (1 Tropfen Giemsalösung, 10 Tropfen Methylalkohol, 5 ccm destilliertes Wasser; Färbungsdauer 2—24 Stunden), teils nach der Giemsa-Schnellmethode ($^1/_2$ Minute Einwirkung von 3 Tropfen Methylalkohol und 3 Tropfen Giemsalösung; dann Verdünnung mit 3 ccm destillierten Wassers; Färbungsdauer 5 Minuten). Nach der Färbung fand stets eine Differenzierung mit 20%iger Tanninlösung statt. In so behandelten Lympheausstrichpräparaten fanden sich in der Tat außerordentlich zahlreiche, sehr kleine, punktförmige Gebilde von verschiedener Größe, die rostbraun bis rötlich-violett gefärbt waren und meist einzeln, manchmal auch zu zweien nebeneinander lagen (Taf. XI, Fig. 3 und Taf. XII, Fig. 7). Die größeren Gebilde zeichneten sich öfters durch einen ungefärbten Hof aus, der den zentral gefärbten Teil umgab. Diese Gebilde stimmten also mit den von v. Betegh beschriebenen überein. Die in Aphthenlympheausstrichen vorhandenen Leukozyten erschienen etwas vergrößert, gequollen und wiesen einen feinkörnigen, detritusartigen, rötlich-violetten Inhalt, jedoch keinen Kern mehr auf.

Nach den eben mitgeteilten Dunkelfeldbefunden war es von vornherein wenig wahrscheinlich, daß die in gefärbten Lympheausstrichen sichtbaren, punktförmigen Gebilde etwas für die Maul- und Klauenseuche Spezifisches seien. Es schien vielmehr die Annahme berechtigt, daß diese Körperchen Eiweißteilchen seien, die infolge ihrer Größe und Dichte mehr Farbstoff aufzunehmen vermögen als die ebenfalls eiweißhaltige Umgebung, wodurch sie auf dem schwach gefärbten Untergrund deutlich hervortreten. Durch Parallelversuche mit anderen Eiweißlösungen (Rinderserum) konnte festgestellt werden, daß sich die gleichen, mehr oder minder deutlich gefärbten Körperchen auch in der Vergleichsflüssigkeit fanden (Taf. XI, Fig. 4 und Taf. XII, Fig. 8). Gelegentlich traten die gefärbten Eiweißteilchen sehr schön auch in Ausstrichen hervor, die mit anderen Farbstoffen, so mit Methylenblau, Fuchsin oder nach Gram behandelt worden waren. Die Möglichkeit, daß unter den vielen gefärbten Gebilden in der Lymphe sich der Erreger der Maul- und Klauenseuche befindet, muß ebenso wie bei der Dunkelfelduntersuchung zugegeben werden. Den Erreger der Maul- und Klauenseuche aus der Unmenge gefärbter Pünktchen herauszufinden, ist jedoch mangels morphologischer Unterschiede ebenfalls nicht möglich. Auch Lipschütz erklärt hinsichtlich der Strongyloplasmen, daß man morphologische Einzelheiten, etwa Geißel- oder Kapselbildung, an ihnen nicht darstellen könne.

Die Frage, ob die im Dunkelfeld und in den Ausstrichen sichtbaren Körperchen identisch sind, darf nicht ohne weiteres bejaht werden. Es ist vielmehr daran zu denken, daß beim Trocknen, Fixieren, Färben und Differenzieren der Ausstrichpräparate Zustandsänderungen der Eiweißbestandteile eintreten, die das mikroskopische Aussehen derselben beeinflussen. Die Befunde v. Beteghs an weißen Blutkörperchen sind ebenfalls nicht als etwas Spezifisches anzusehen, denn derartige gequollene und in Degeneration begriffene Leukozyten mit körnigem Inhalt waren auch in den sonstigen geprüften Exsudaten nachzuweisen.

Es sei noch erwähnt, daß in Übereinstimmung mit den vorstehenden Befunden in jüngster Zeit Huntemüller aus Serum vom Rind, Schwein, Pferd und vom Menschen nach verschiedenen Färbungsverfahren Gebilde darstellen konnte, die weitgehendste Ähnlichkeit mit den als Strongyloplasmen beschriebenen Körperchen aufwiesen. Auf Grund seiner vergleichenden Untersuchungen ist dieser Forscher daher der Ansicht, daß es sich bei den als Erreger der Maul- und Klauenseuche, der Variola-Vakzine und des Molluscum contagiosum beschriebenen Gebilden lediglich um kolloidale Teilchen handelt, die infolge der durch das Virus bedingten Zerstörung von Zellen in dieser Form ausgefällt werden. Huntemüller läßt ebenfalls die Möglichkeit offen, daß die spezifischen Erreger, wenigstens in gewissen Entwicklungsstadien, den kolloidalen Ausfällungen sehr ähnlich sein können.

Durch vorstehende Untersuchungen ist gezeigt worden, daß die in der Aphthenlymphe bei Dunkelfelduntersuchung und in gefärbten Ausstrichpräparaten nachweisbaren Gebilde, die v. Betegh als die Erreger der Maul- und Klauenseuche angesehen hat, auch in anderen tierischen Flüssigkeiten (Exsudaten, Blutserum, Sekreten und Exkreten) vorkommen. Die von v. Betegh angewandten Methoden sind somit nicht geeignet, den Maul- und Klauenseucheerreger zur Darstellung zu bringen.

Literatur.

v. Behring, Ultramikroskopische Protein-Untersuchungen. Beitr. z. experiment. Therapie. 1905, H. 10.

v. Betegh, Beiträge zur Ätiologie der Maul- und Klauenseuche. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 60, 1911, S. 86.

Borrel, Dujardin-Beaumetz, Jeantet et Jouan, Le microbe de la peripneumonie. Ann. de l'Inst. Pasteur T. 24, 1910, p. 168.

Casagrandi, Zur Ätiologie der Menschenpocken. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 57, 1911, S. 402.

Celli und de Blasi, Über die Ätiologie der kontagiösen Agalaktie. Ebenda. Bd. 41, 1906, S. 805.

Flexner und Hideyo Noguchi, Kultivierung des Mikroorganismus der Poliomyelitis acuta. Berl. klin. Wochenschr. 1913, S. 1693.

Fornet, Die Reinkultur des Pockenerregers. Ebenda 1913, S. 1865.

Freiberger, Über die Spezifität der ultramikroskopischen Körperchen bei der infektiösen Pleuropneumonie (Lungenseuche) des Rindes. Zeitschr. f. Infektionskrankh. der Haustiere. Bd. 12, 1912, S. 455.

Halberstädter und v. Prowazek, Zur Ätiologie des Trachoms. Berl. klin. Wochenschr. 1909, S. 1110.

Hartoch und Schürmann, Kritische Bemerkungen über die bei einigen Infektionskrankheiten gefundenen Mikroorganismen, die als Erreger nicht allseitig anerkannt sind. Kolle-Wassermann, Handbuch der path. Mikroorganismen. 2. Aufl., Bd. VIII, S. 463.

Huntemüller, Befunde bei Maul- und Klauenseuche. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 61, 1912, S. 375.

Derselbe, Filtrierbare Virusarten. Zeitschr. f. Chemotherapie. I. Teil. Orig. Bd. 2, 1913, S. 56.

Lipschütz, Filtrierbare Infektionserreger. Kolle-Wassermann, Handbuch der path. Mikroorg. 2. Aufl., Bd. VIII, S. 345.

Loeffler und Frosch, Berichte der Kommission zur Erforschung der Maul- und Klauenseuche bei dem Institut für Infektionskrankheiten in Berlin. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Orig. Bd. 23, 1898, S. 371.

Michaelis, Leonor, Ultramikroskopische Untersuchungen. Virchows Archiv. Bd. 179, 1905, S. 195.

Derselbe, Ultramikroskopische Untersuchungen. Deutsche med. Wochenschr. 1904, S. 1534.

Much, Römer, Siebert und Ziegenbein (zit. nach v. Behring). Beitr. z. experiment. Therap. 1905, H. 10.

Otto und Neumann, Studien über Gelbfieber in Brasilien. Zeitschr. f. Hyg. u. Infektionskrankh. Bd. 51, 1905.

Paschen, Über den Erreger der Variolavaccine. Kraus-Levaditi. Handbuch der Techn. u. Method. der Immunitätsforschung 1911. 1. Ergänzungsband, S. 465.

v. Prowazek, Vaccine-Variola. Handbuch der pathog. Protozoen. 1911, H. 2.

Rählmann, Über ultramikroskopische Untersuchung von Lösungen der Albuminsubstanzen und Kohlehydrate und eine neue optische Methode der Eiweißbestimmung bei Albuminurie. Münch. med. Wochenschr. 1903, S. 6.

Derselbe, Über ultramikroskopische Untersuchungen von Glykogen, Albuminsubstanzen und Bakterien. Berl. klin. Wochenschr. 1904, S. 186.

Derselbe, Über ultramikroskopisch sichtbare Blutbestandteile. Deutsche med. Wochenschr. 1904, S. 14.

Derselbe, Die ultramikroskopische Untersuchung nach H. Siedentopf und Zsigmondy und ihre Anwendung zur Beobachtung lebender Mikroorganismen. Münch. med. Wochenschr. 1904, S. 7.

Derselbe, Neue ultramikroskopische Untersuchungen über Eiweiß, organische Farbstoffe, über deren Verbindung und über die Färbung organischer Gewebe. Arch. f. d. gesamte Physiologie. Bd. 112, 1906, S. 128.

Rosenthal, Beobachtungen an Hühnerblut mit stärksten Vergrößerungen und mit dem Ultramikroskop. Zentralbl. f. Bakt. I. Abt. Ref. Bd. 39, 1907, S. 193.

Terni, Contribution à l'étude de la variole et du vaccin et des autres maladies similaires. Ebenda. Orig. Bd. 50, 1909, S. 23.

Volpino, Weitere Untersuchungen über die beweglichen Körperchen der Vaccine. Ebenda. Bd. 49, 1909, S. 197.

Erklärung der Tafeln[1]).

Tafel XI.

Fig. 1. Aphthenlymphe im Dunkelfeld (Zeichnung: Zeiß' Obj. 3 mm, Ok. 8). Zahlreiche einzeln, zu zweien, auch in Häufchen und Kettchen liegende, lichtbrechende, bewegliche Gebilde. Außerdem zwei größere und zwei kleinere Rundzellen, deren körniger Inhalt bei der Untersuchung lebhaftes Schwirren gezeigt hatte.

Fig. 2. Rinderserum im Dunkelfeld (Zeichnung: Zeiß' Obj. 3 mm, Ok. 8). Auch hier viele, in verschiedener Anordnung sichtbare Gebilde, die bei der Untersuchung lebhafte tanzende Bewegung und Lichtbrechung aufgewiesen hatten. Solche Gebilde auch im Innern von drei Rundzellen.

---

[1]) Herrn Technischen Rat Dr. Heise bin ich für die Herstellung der Mikrophotogramme zu Danke verpflichtet.

Fig. 3. Ausstrich aus Aphthenlymphe, gefärbt nach der Giemsa-Tanninmethode (Zeichnung: Zeiß' Obj. 2 mm, Ok. 8). Rostbraune diffus verstreut liegende, kleinste Körperchen von verschiedener Größe, darunter zwei hantelförmige.

Fig. 4. Ausstrich aus Rinderserum, dieselbe Färbung wie Fig. 3. (Zeichnung: Zeiß' Obj. 2 mm, Ok. 8). Ähnlich wie in Fig. 3 zahlreiche, rostrote, einzeln oder zu zweien liegende, verschieden große Körperchen.

Tafel XII.

Fig. 5. Aphthenlymphe im Dunkelfeld (Mikrophotogramm: Zeiß' Obj. 3 mm, Ok. 4). Auf dem dunklen Untergrunde leuchtende, kleinste Körperchen, von denen die meisten wegen ihrer lebhaften Bewegung bei der Aufnahme nicht scharf abgegrenzt erscheinen.

Fig. 6. Rinderserum im Dunkelfeld (Mikrophotogramm: Zeiß' Obj. 3 mm, Ok. 4). Ähnliche Körperchen wie in Fig. 5, die bei der Aufnahme in lebhafter Bewegung begriffen waren.

Fig. 7. Ausstrich aus Aphthenlymphe, dieselbe Färbung wie Fig. 3 (Mikrophotogramm: Obj. 2 mm, Ok. 4). Einzeln liegende, punktförmige Körperchen von verschiedener Größe.

Fig. 8. Ausstrich aus Rinderserum, dieselbe Färbung wie Fig. 3 (Mikrophotogramm: Obj. 2 mm, Ok. 4). Ähnliche Gebilde wie in Fig. 7, darunter eine deutliche Hantelform.

Untersuchungen über Maul- und Klauenseuche.

II. Mitteilung.

Beiträge zur Histogenese und Histologie der Maul- und Klauenseucheblase, inbesondere auch zur Frage des Vorkommens von Einschlußkörperchen in den spezifisch veränderten Teilen bei Maul- und Klauenseuche.

Von

Dr. E. Kallert,

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

(Hierzu Tafel XIII und XIV.)

Das typische Kennzeichen der gewöhnlichen Erkrankung an Maul- und Klauenseuche ist die Bildung von Blasen (Aphthen) im Oberflächenepithel bestimmter Schleimhäute und der äußeren Haut. Diese Veränderung ist so charakteristisch, daß man der Krankheit auch den Namen Blasen- oder Aphthenseuche beigelegt hat und sie wissenschaftlich als Aphthae epizooticae bezeichnet.

Die Aphthe tritt eine bestimmte Zeit nach der Infektion mit dem Virus der Maul- und Klauenseuche als flache, erbsen- bis talergroße Vorwölbung des Epithels auf, die in ihrem Innern eine gelbliche, klare oder schwach getrübte Flüssigkeit, die sog. Aphthenlymphe, enthält. Es gehört zu den Eigentümlichkeiten der Maul- und Klauenseuche, daß die Blase in der Regel schon kurze Zeit nach ihrer Entstehung platzt und so zur Bildung eines charakteristischen Epitheldefektes führt, der gewöhnlich rasch durch Überhäutung abheilt.

Während die makroskopischen Befunde bei Maul- und Klauenseuche vielfach Gegenstand eingehender Beschreibung gewesen sind, liegen über den feineren Aufbau der Blasen nur spärliche Angaben vor.

Nach der Darstellung von Kitt handelt es sich bei der Aphthenbildung um eine zellige Infiltration der Blasenstelle und gleichzeitig um einen Austritt von Blutplasma nach der Papillaroberfläche, der durch hydropische Verquellung der Epithelien in der Schleimschicht den Zusammenhang der Epidermis mit den Papillen lockert. Die widerstandsfähigere Hornschicht wird dann durch das Exsudat emporgehoben und vorgewölbt. Der nach dem Platzen der Blase entstehende, unregelmäßig berandete

Epitheldefekt heilt nach Kitt in der Weise, daß die im Defekt stehengebliebenen Epithelinseln sowie die an der Peripherie befindlichen intakten Epithelzellen eine neue Epitheldecke über dem entblößten Papillarkörper bilden.

In neuerer Zeit hat Zschokke eine Beschreibung der Entstehung der Aphthe gegeben. Gegenüber der bisher üblichen Auffassung, die einen plasmatischen Erguß unter die Epidermis und eine Abhebung der Epidermis in toto annimmt, betont Zschokke, daß man die ersten Veränderungen nicht etwa in der tiefsten Zellschicht, sondern stets im Stratum spinosum, also in den mittleren Zelllagen finde. Die Zellen des Stratum spinosum zeigen zunächst eine veränderte Aufnahmefähigkeit für Farbstoffe in der Weise, daß das Protoplasma sich stärker als sonst mit Eosin färbt, der Kern dagegen nur schlecht und schließlich überhaupt nicht mehr färbbar ist. Durch Aufquellung und Verflüssigung der Zellen entsteht in der Epithelschicht ein allmählich an Ausdehnung zunehmender Hohlraum. Das Stratum corneum bleibt während dieser Vorgänge unverändert. Nach Zschokkes Ansicht entsteht also die Blase infolge eines plasmatischen Ergusses nicht unter, sondern in das Epithel mit nachfolgender Quellung und Verflüssigung der Zellen. Daß das Stratum germinativum, die unterste, den Papillen unmittelbar aufsitzende Epithellage, dabei nicht zugrunde geht, hält Zschokke dadurch für erwiesen, daß die Bedeckung des nach dem Platzen der Blase zurückbleibenden Defektes mit Epithel so außerordentlich rasch erfolgt. Wäre das ganze Stratum germinativum ebenfalls ergriffen, so könnte die Überhäutung des Defektes nur vom Rande aus einsetzen und würde dann viel längere Zeit in Anspruch nehmen, als dies in Wirklichkeit der Fall ist. In ähnlichem Sinne hat Kitt, wie erwähnt, von stehengebliebenen Zellinseln gesprochen, denen er eine wichtige Rolle bei der Regeneration des Epithels zuschreibt.

Die in der Umgebung der Blase auftretende zellige Infiltration, die als ein Hauptsymptom örtlicher, infektiöser Entzündungen auch bei der Entstehung der Aphthe nicht fehlt, ist nach Zschokke bei jungen, intakten Blasen nur in geringem Grade in Form der kleinzelligen Infiltration vorhanden, während sie später nach erfolgter Sekundärinfektion vorwiegend aus polynukleären Leukozyten besteht.

Eigene Untersuchungen.

Als Untersuchungsmaterial dienten in erster Linie Blasen von der Rüsselscheibe des Schweines und vom Euter des Rindes, daneben Maul- und Klauenseucheveränderungen aus dem Pansen des Rindes, sowie Blasen von der Lippe des Rindes. Dieses Material war möglichst sofort nach dem Tode der Tiere in der üblichen Weise in Formalin und Alkohol gehärtet und in Paraffin eingebettet worden. Die Färbung der Schnitte wurde entweder mit Weigerts Eisenhämatoxylin und Nachfärbung mit Eosin oder nach Vorfärbung mit Weigerts Eisenhämatoxylin mit van Giesonscher Farblösung vorgenommen. Wegen ihrer Fähigkeit, die verschiedenen Gewebselemente durch besondere Farben hervorzuheben, war das Verfahren nach van Gieson in manchen Fällen besonders geeignet, die Beteiligung der einzelnen Gewebsbestandteile an der Bildung der Blase deutlich erkennbar zu machen.

I. Histogenese der Aphthe.

Die Ansicht Zschokkes, daß die ersten wahrnehmbaren Veränderungen nicht in der den Papillen aufsitzenden Zylinderzellenlage, dem Stratum germinativum, sondern vielmehr in der Stachelzellenschicht, dem Stratum spinosum, auftreten, ist durch die von mir ausgeführten Untersuchungen in vollem Umfange bestätigt worden. Als erstes Merkmal findet man bei noch völlig unveränderter Zylinderzellenschicht im Stratum spinosum kleine umschriebene Herde von folgender Beschaffenheit. Die einzelnen Zellen zeigen nicht mehr die für die Stachelzellen charakteristische feinste Strichelung und Körnelung des Protoplasmas; das Protoplasma sieht vielmehr homogen aus und hat einen helleren Farbton angenommen. Damit geht eine Abrundung der einzelnen Zellen, jedoch ohne merkliche Vergrößerung einher, die zur Folge hat, daß sich die Zellen unter Verlust ihrer Stachelbesätze aus ihren natürlichen Verbindungen lösen und ganz regellos durcheinander liegen (Tafel XIII, Fig. 1).

Hand in Hand mit diesen Veränderungen des Zelleibes gehen bestimmte Umformungen des Kernes. Der Kern vergrößert sich, die Kernmembran verschwindet und an ihre Stelle tritt ein breiter, heller Hof. Das Chromatin ballt sich in der Weise zusammen, daß es nicht mehr, wie bei unveränderten Kernen, in Gestalt feiner und feinster Körnchen und Stränge diffus durch die ganze Kernmasse verteilt, sondern zu einem, zu zweien oder mehreren verschieden großen Klümpchen verdichtet erscheint, die manchmal hinsichtlich ihrer Lagerung an Kernteilungsfiguren erinnern. Die geschilderte Form der Zellentartung entspricht im wesentlichen einer bestimmten Degenerationsart, die Unna wegen der in einem gewissen Stadium vorhandenen Ähnlichkeit der Epithelien mit Bläschen oder Ballons mit dem Namen ballonierende Degeneration belegt hat. Als hauptsächlichste Merkmale der ballonierenden Degeneration, die in reinster Form beim Herpes zoster ausgebildet ist, gibt Unna folgende an: Die Epithelien fallen schon zu Beginn der Degeneration, unter Verlust ihrer Verbindungsbrücken, zu einem Haufen loser Ballons auseinander, wobei sie sich zunächst nur abrunden, ohne sich merklich zu vergrößern. Vakuolen treten im Protoplasma nicht auf, wohl aber erweitert sich die Kernhöhle und reduziert schließlich das Protoplasma auf eine dünne Schale. Das durch ballonierende Degeneration entstehende Bläschen ist einkammerig und entwickelt sich im wesentlichen interepithelial. Die ballonierende Degeneration ergreift mit Vorliebe die Zellen der jüngeren Epithelschichten, kann aber auch, wie beim Vakzinebläschen, gelegentlich in älteren Zelllagen auftreten. Auch bei der Maul- und Klauenseucheblase werden die tieferen Schichten des Stratum spinosum und in älteren Stadien, in denen auch Teile der Zylinderzellenschicht zerstört werden, besonders Zellen des Stratum germinativum balloniert und in größere und kleinere interepitheliale Hohlräume umgewandelt. In diesen Hohlräumen findet man in der Regel neben degenerierten auch gut erhaltene, oft in der Mehrzahl vorhandene Kerne. Unna erklärt diese Erscheinung, die er als eine der ballonierenden Degeneration eigentümliche ansieht, daraus, daß noch nach dem Beginn der Protoplasmaentartung eine amitotische Teilung der Kerne stattfinden kann.

Neben der ballonierenden Degeneration spielt eine andere Form der Zellnekrose eine bedeutsame Rolle bei der Histogenese der Maul- und Klauenseucheblase, die Unna als retikulierende Degeneration bezeichnet hat. Im Gegensatze zur ballonierenden erstreckt sich die retikulierende Degeneration meist auf ältere Zellschichten und greift langsam um sich. Bei der retikulierenden Degeneration schwellen die Zellen von Anfang an stark an, wobei sich ihr Protoplasma aufhellt und infolgedessen nur schwach färbt. Infolge der vermehrten Flüssigkeitsaufnahme bilden sich im Protoplasma zahlreiche Vakuolen, die sich vergrößern und den Zelleib auf ein Netzwerk reduzieren. Der Kern bleibt noch längere Zeit unverändert, schließlich bröckeln Teilchen desselben ab, ohne daß es zur Kernvermehrung kommt. Während dieser inneren Veränderungen bleibt das Ektoplasma mit seinen Verbindungsbrücken erhalten, weshalb die Epithelien lange Zeit ihre natürliche Lage beibehalten. Erst ziemlich spät reißt das Ektoplasma an manchen Stellen ein, wodurch es zur Bildung intraepithelialer Hohlräume kommt, die durch netzartig stehengebliebene Zellwände voneinander getrennt sind. Entsprechend der von Unna gegebenen Darstellung der retikulierenden Epitheldegeneration findet man bei der Maul- und Klauenseucheblase in den höheren Schichten des Stratum spinosum Zellen, die aufgequollen und viel schwächer gefärbt sind als die normalen Zellen der Nachbarschaft (Tafel XIII, Fig 2). Bei starker Vergrößerung kann man an diesen Zellen, die anfangs ganz vereinzelt inmitten völlig unveränderter Zellen liegen, eine beginnende Vakuolenbildung im Protoplasma, eine Anhäufung des Chromatins an der Kernwand und gelegentlich eine Auswanderung einzelner Chromatinteilchen beobachten. Das Ektoplasma derartig veränderter Zellen und die Verbindung derselben durch Interzellularbrücken mit den gesunden oder gleichfalls veränderten Epithelien der Umgebung sind erhalten und können selbst dann noch bestehen, wenn der Kern bereits alles Chromatin verloren hat. Die weitere Entwicklung der retikulierenden Degeneration führt, wie erwähnt, zur Bildung intraepithelialer Bläschen.

Die ballonierende sowie die retikulierende Degeneration sind lediglich Abarten der Kolliquationsnekrose. Diese erscheint bei der Maul- und Klauenseuche und ähnlichen Dermatosen gekennzeichnet durch eine entzündliche, unter dem Einflusse des spezifischen Erregers einsetzende seröse Durchtränkung und Aufquellung des Stratum spinosum mit nachfolgender Erweichung und Verflüssigung desselben. Warum in bestimmten Epithelschichten mit Vorliebe die ballonierende und in anderen wieder die retikulierende Degeneration statthat, ist schwer zu sagen. Das verschiedene Verhalten kann man sich vielleicht folgendermaßen erklären: Die die Zellen gefährdende Exsudatflüssigkeit enthält zwei Hauptbestandteile, die in kolloidalem Zustand befindlichen Eiweißstoffe und die in Wasser löslichen Salze. Die jüngeren Zellen des Stratum spinosum, die jedenfalls noch kein so dichtes und festes Ektoplasma besitzen wie die älteren Stachelzellen, sind für die beiden Exsudatbestandteile gleich gut zugänglich. Infolge der größeren Permeabilität ihrer Wandschicht kommt in diesen Zellen vorwiegend die Wirkung der zellfremden Eiweißstoffe aus dem Exsudat zur Geltung, wodurch das Zellprotoplasma gerinnt und seine Struktur verliert. Erst nachträglich tritt auch bei diesen Zellen eine Kolliquation ein. Die Abrundung

und Loslösung solcher Zellen aus ihren natürlichen Verbindungen wäre dann aus der Gerinnung und Zusammenziehung des Protoplasmas zu erklären. Die Aufquellung des Kernes wäre dem Eindringen von Wasser zuzuschreiben, das die feste Kernmembran zu durchdringen vermag, im Gegensatz zu den Eiweißstoffen, die von der Kernmembran zurückgehalten werden. Auf diese Weise könnte die ballonierende Degeneration der unteren Stachelzellschichten zustande kommen. Anders verhält es sich bei den älteren Zellen des Stratum spinosum. Diese Zellen besitzen bereits ein viel dichteres und festeres Ektoplasma. Dieses weniger permeable Ektoplasma läßt die im Exsudat enthaltenen Eiweißbestandteile nicht, wohl aber das Wasser mit den gelösten Salzen durchtreten, wodurch die starke, von vornherein stattfindende Quellung des Protoplasmas mit Bildung von Vakuolen bedingt wird, ohne daß zunächst das Ektoplasma selbst zerstört wird. So wäre vielleicht die Entwicklung der retikulierenden Epitheldegeneration zu erklären.

Es muß jedoch erwähnt werden, daß es nicht in jedem Falle möglich ist, die beiden Arten der Kolliquationsnekrose im mikroskopischen Bilde auseinander zu halten. Es kommen nämlich auch Degenerationsformen vor, von denen man durchaus nicht mit Bestimmtheit sagen kann, ob sie nach diesem oder jenem Modus entstanden sind. Ganz besonders ist eine derartige, nachträgliche Unterscheidung unmöglich, wenn die Degeneration fortgeschrittener ist und an Stelle der wohlgeordneten Epithellagen ein regelloser Zellbrei sich vorfindet.

II. Histologie der Aphthe.

Das histologische Bild der fertigen Aphthe, die durch ballonierende und retikulierende Epitheldegeneration entstanden ist, bietet ein typisches Aussehen. In Schnittpräparaten kann man an der intakten Blase verschiedene Teile, Blasendecke, Blasengrund, Seitenwände und Blasenhöhle, unterscheiden, die im besonderen ihren eigenartigen Aufbau zeigen. Die Blasendecke wird in der Hauptsache vom Stratum corneum gebildet, das im ganzen vorgewölbt und völlig unverändert erscheint. Ferner beteiligen sich an der Bildung der Blasendecke mehrere Lagen von Stachelzellen, die gewöhnlich in retikulierender Degeneration begriffen sind. Es kann auch vorkommen, daß die Stachelzellen an einzelnen Stellen zugrunde gehen, so daß die Blasendecke nur noch aus dem Strat. corneum besteht. Am Blasengrunde sieht man die in die Blasenhöhle hineinragenden Papillen, die entweder ganz oder teilweise von Epithelien entblößt sind. Im Zwischenraume zwischen den Papillen finden sich noch erhaltene oder schon degenerierte Zellen. In der Tiefe zwischen den Papillen sind die Epithelien häufig noch sehr gut erhalten. Aus dieser Tatsache erklärt es sich, daß die Regeneration des Epithels, wie schon Zschokke hervorgehoben hat, von diesen nicht veränderten Zellinseln aus erfolgt. Blasengrund und Blasendecke sind gewöhnlich durch Zellbalken verschiedener Breite verbunden (Taf. XIV, Fig. 6). Die Zellen dieser Verbindungsstränge sind seitlich stark komprimiert, im übrigen aber nur wenig verändert. Während die unteren Partien der Zellbalken bald der Degeneration verfallen, bleibt der Zusammenhang der Zellstränge mit der Blasendecke noch lange erhalten. Das Vorhandensein dieser Verbindungsstränge, die die Blasen-

höhle von oben nach unten durchziehen, beweist, daß die Maul- und Klauenseucheblase sich aus mehreren, getrennt voneinander entstehenden Bläschen zusammensetzt, die erst ziemlich spät miteinander verschmelzen. Die Seitenwände der Blase zeigen den Aufbau aus den verschiedenen Epithelschichten, deren Zellen bereits mehr oder minder stark verändert sind. Der Übergang zum gesunden Gewebe ist ein ziemlich unmittelbarer, so daß sich zwischen erkrankten und nicht veränderten Epithelien eine scharfe Abgrenzung beobachten läßt. Die Blasenhöhle ist erfüllt von einem Zellbrei mit noch vielen gut erhaltenen Kernen. Zwischen den degenerierten Zellen sieht man zahlreiche Fibrinfäden in der verschiedensten Anordnung, besonders in Netzform, die sich auf den Zelltrümmern niedergeschlagen haben. In den oberen Abschnitten der Blasenhöhle, die zwischen den Verbindungsbalken liegen, findet man größere, gelblich gefärbte, geronnene Massen, die zahlreiche Kerntrümmer einschließen.

Das histologische Bild der geplatzten Blase ist von dem der intakten Blase wesentlich verschieden. Nach dem Platzen der Blase, d. h. nach dem Zerreißen der Blasendecke, entleert sich der flüssige Inhalt, was zur Folge hat, daß die Blasendecke zusammensinkt und mit den degenerierten Epithelschichten der Blasenhöhle und des Blasengrundes zu einer nekrotischen Masse verschmilzt. Die Regeneration des Epithels setzt dann von den am Grund und an den Seiten der Blase stehengebliebenen intakten Epithelien aus ein. Die ungestörte Abheilung der geplatzten Blase kann durch die verschiedensten mechanischen Einwirkungen beeinträchtigt werden. In der Maulhöhle, an der Zunge und an den Lippen ebenso wie im Pansen wird in der Regel die Blasendecke teilweise oder ganz bei der Aufnahme und Verarbeitung des Futters abgerissen. Durch den Verlust der Blasendecke verwandeln sich die Aphthen in die für die Maul- und Klauenseuche ebenfalls sehr charakteristischen Epitheldefekte. Diese zeichnen sich makroskopisch dadurch aus, daß sie einen unregelmäßig gestalteten Rand und einen grauen oder grauroten Grund aufweisen. Das histologische Bild der Epitheldefekte ist folgendes: Das Stratum corneum ist nicht mehr vorhanden, nur am Rande des Defektes sieht man noch Reste der abgerissenen Hornschicht. Die degenerierten Zellen des Stratum spinosum und die zugrunde gegangenen Teile des Stratum germinativum bedecken als strukturlose, nekrotische Masse die völlig intakten Papillen des Papillarkörpers. Der auf den Papillen liegende Zelldetritus kann ebenfalls durch mechanische Einflüsse entfernt werden, so daß die Papillen an solchen Stellen völlig von Epithelzellen entblößt erscheinen. An Hautstellen, die durch lange Papillen ausgezeichnet sind, z. B. an den Lippen des Rindes, können die bloßliegenden Papillen im oberen Drittel umgeknickt sein, und zwar alle Papillen in gleicher Richtung. An Stellen dagegen, die nur ziemlich niedrige Papillen besitzen, z. B. in der Pansenschleimhaut des Rindes, erscheinen die Papillen niedriger, abgeflacht. An Schnitten durch Maul- und Klauenseuche-Epitheldefekte, die nach Giemsa gefärbt sind, kann man die starke Durchwachsung der nekrotischen Epithelmassen durch die verschiedensten Bakterien, besonders Streptokokken und Staphylokokken, beobachten.

Der ungestörte Heilungsvorgang, der mit Nekrotisierung und Eintrocknung der

Blasendecke einsetzt, ist am besten an den Blasen am Euter zu beobachten, die mechanischen Einflüssen am wenigsten ausgesetzt sind. In Schnitten von Euterblasen, die in Abheilung begriffen sind, sieht man, daß sich vom Rande und vom Grunde aus neugebildete Epithellagen unter die verschorfte Blasendecke schieben und diese allmählich zur Abstoßung bringen (Taf. XIII, Fig. 3 und 4). Wie bereits erwähnt, ist die schnelle Abheilung der Blasen auf das gleichzeitige Einsetzen der Epithelregeneration vom Rande und von den in der Tiefe erhalten gebliebenen Zellen des Stratum germinativum her zurückzuführen. Mit der Regeneration des Stratum spinosum geht gleichzeitig die Regeneration des Stratum corneum einher. Man sieht in den Schnitten Stellen, wo die Hornschicht über dem neugebildeten, erst aus wenigen Lagen bestehenden Epithel bereits wieder in voller Stärke ausgebildet ist. An solchen Stellen ist die Hornbildung in einzelnen Zellen der oberen Lagen des Stratum spinosum eine besonders lebhafte.

Während der charakteristischen Blasenbildung im Epithel beteiligt sich auch die Kutis, wenn auch in bedeutend geringerem Grade, an diesem Vorgang. Zschokke hat bereits betont, daß bei jungen, noch geschlossenen Blasen eine geringe, kleinzellige Infiltration festzustellen ist, woran sich aber später, nach dem Eintreten einer Sekundärinfektion, eine Ansammlung von polymorphkernigen Leukozyten anschließt. Diese Beobachtung von Zschokke konnte durch die von mir vorgenommenen Untersuchungen bestätigt werden. In den Anfangsstadien der Blase finden sich im Blasengrunde nur sehr wenige Lymphozyten; erst bei Eintritt der Nekrotisierung des Epithels und einer Sekundärinfektion treten zwischen den Epithelien des Blasengrundes und im Zelldetritus der Blasenhöhle Leukozyten in größerer Anzahl auf. Die Blutgefäße des Papillarkörpers, namentlich die der Papillen, sind stark gefüllt. Blutaustritte finden im Verlaufe der ungestörten Blasenentwicklung im allgemeinen nicht statt. Höchstens kommt es an manchen Stellen zum Austritt einiger weniger roter Blutkörperchen, die im mikroskopischen Präparate zwischen den Epithelzellen liegend gefunden werden. Nur die Aphthen der Pansenschleimhaut zeichnen sich durch ausgedehnte, frühzeitig auftretende Blutungen aus, die schon mit bloßem Auge in Gestalt der Rotfärbung auch der jüngsten, kaum stecknadelkopfgroßen Bläschen zu erkennen sind. Mikroskopisch findet man bei derartigen Bläschen mit intakter Decke eine völlige Durchblutung des ganzen in Degeneration begriffenen Gewebsbezirkes in der Art, daß die Blutkörperchen mit den nekrotischen Epithelzellen zu einer strukturlosen Masse verschmelzen, die im ganzen oder in Stücken mit der Blasendecke sich abhebt (Taf. XIV, Fig. 5). Beiläufig sei noch erwähnt, daß die Pansenaphthen infolge der mechanischen Einwirkung der im Pansen enthaltenen Futtermassen sehr schnell ihre Epitheldecke verlieren und dann einen hellgrauen, unregelmäßig umrandeten Epitheldefekt in der Schleimhaut zurücklassen.

Die Histogenese und Histologie der Aphthe, wie sie im vorstehenden nach den erhobenen Befunden geschildert wurde, zeigt im Anfangsstadium der Bildung der Aphthe eine gewisse Ähnlichkeit mit der Entstehungsart des Variola-Vakzinebläschens. Nach der von Süpfle gegebenen Darstellung entsteht bei der Variola-Vakzine zuerst unter dem Einflusse des spezifischen Erregers eine seröse Durch-

tränkung der Stachelzellenschicht. Im Anschluß an diese ödematöse Schwellung beginnen da und dort im Stratum spinosum retikulierende und ballonierende Degenerationsprozesse einzusetzen. Während die retikulierende Degeneration mit Vorliebe ältere, höhere Lagen des Stratum spinosum ergreift, betrifft die ballonierende Degeneration gewöhnlich die jüngeren tieferen Stachelzellenschichten. Durch die Degeneration einzelner Zellkomplexe entsteht ein System von inter- und intraepithelialen Hohlräumen, die teilweise bald konfluieren, zum Teil jedoch durch stehenbleibende Zellstränge noch längere Zeit getrennt bleiben. Diese epithelialen Scheidewände, die Blasendecke und Blasengrund miteinander verbinden, werden durch die Exsudatansammlung von beiden Seiten komprimiert und verfallen später der Einschmelzung. Die Abheilung beginnt bei den Impfpocken mit dem Eintrocknen des Pustelinhaltes, wodurch ein fester Schorf entsteht, unter dem das Epithel in lebhafter Regeneration begriffen ist. Diese Art der Abheilung unterm Schorfe zeigt mit der bei der Aphthe am Euter zu beobachtenden die größte Ähnlichkeit. Auch bei der Vakzinepustel ist wie bei der Aphthe eine geringe, zellige Infiltration nachzuweisen, im Gegensatze zur echten Variolapustel, die sich durch eitrige Einschmelzung auszeichnet.

III. Frage des Vorkommens von Einschlußkörperchen in den spezifisch veränderten Teilen bei Maul- und Klauenseuche.

Im Zusammenhange mit den Untersuchungen über die Histogenese und Histologie der Aphthe wurde auch die Frage des Vorkommens von Einschlußkörperchen im Blasengewebe einer Prüfung unterzogen. Huntemüller war der erste, der nach Ausweis der Literatur im Gewebe von Maul- und Klauenseucheblasen nach Einschlußkörperchen suchte. Als Untersuchungsmaterial benutzte dieser Forscher ausschließlich Zungenblasen von Ferkeln, die sofort nach dem Tode der Tiere in Sublimatalkohol oder in Flemingscher Flüssigkeit fixiert wurden. Die Einbettung geschah nach der kombinierten Paraffin-Zelloidinmethode; die Schnitte wurden nach Giemsa oder nach M. Heidenhain gefärbt. In den so behandelten Schnitten hat Huntemüller intrazellulär einzeln oder zu zweien liegende runde Gebilde von verschiedener Größe gefunden. Diese Körperchen waren von einem hellen Hofe umgeben und wiesen manchmal feine Verbindungsfäden auf. Die genannten Einschlußkörperchen, die sich nach Giemsa blau, nach M. Heidenhain schwarz färben, konnte Huntemüller in den im übrigen nicht veränderten Zellen an der Grenze des gesunden Gewebes zum kranken beobachten. Außerdem fanden sich in aus dem Verband gelösten Zellen noch eigentümliche Gebilde von Margueritenform, die kleine, durch feine Fäden um ein rundes Zentrum gruppierte Körnchen aufwiesen. Die Anordnung dieser Körnchen war in anderen Fällen keine regelmäßige, denn es waren auch feinste Körnchen, die regellos um ein mehr oder minder rundes Körperchen angeordnet waren, zu beobachten. Huntemüller war zunächst geneigt, den von ihm gefundenen Gebilden eine spezifische Bedeutung beizumessen. Zu einer solchen Annahme glaubte er sich um so eher berechtigt, als er auch in der Aphthenlymphe bei Untersuchung im hängenden Tropfen runde, scheiben- oder kugelförmige Gebilde gefunden hatte, die im Innern ein oder mehrere dunklere Körnchen erkennen ließen und dadurch Ähnlichkeit mit manchen

der von ihm in Schnitten beobachteten Einschlüssen zeigten. Auf Grund weiterer vergleichender Untersuchungen kam Huntemüller jedoch zu einem etwas anderen Urteil über die Bedeutung der von ihm beobachteten Einschlußkörperchen. Kugel- und Magueritenformen, wie er sie in losgelösten Zellen der Maul- und Klauenseucheblase gefunden hatte, konnte er auch in Schnitten durch drüsige Organe, z. B. durch die menschliche Thymus, nachweisen. Huntemüller erklärte deshalb die fraglichen Gebilde für kolloidale Sekretmassen, die in dieser Form fixiert seien. Auch für die Malloryschen Scharlachkörperchen, die ähnlich aussehen, ist nach der Ansicht Huntemüllers ein derartiger Ursprung möglich. Für kolloidale Gebilde hielt Huntemüller nun auch die in der Aphthenlymphe beobachteten kugligen Körperchen, denn ganz ähnliche Gebilde konnte er im Darminhalt von Mäusen nachweisen an einer Stelle, wo starke Einschmelzung von Eiweißstoffen stattfand. Die Ansicht M. Müllers, daß es sich bei den in der Aphthenlymphe vorhandenen Gebilden um Fetttropfen handle, wies Huntemüller jedoch mit der Begründung zurück, daß diese Kugeln bei Zusatz von Osmiumsäure keine Schwarzfärbung zeigen. Für die an der Grenze der Einschmelzungszone in der Aphthe gefundenen, einzeln oder zu mehreren in hellen Höfen liegenden kleinsten Einschlußkörperchen vermag Huntemüller allerdings eine Erklärung nicht zu geben, doch räumt er die Möglichkeit ein, daß es sich auch hierbei sehr wohl um kolloidale Gebilde handeln könne, die durch Einschmelzung chromatischer Substanz entstanden sind. Die intrazelluläre Lage dieser Gebilde würde nach Huntemüller nicht von ausschlaggebender Bedeutung sein, da bekanntlich auch bei Epithelzellen häufig Phagozytose zu beobachten ist. Immerhin hält der genannte Forscher die einzeln oder zu mehreren vorkommenden Einschlußkörperchen, die in hellen Höfen liegen, für die bemerkenswertesten von allen bei Maul- und Klauenseuche beschriebenen Gebilden.

Um das Vorhandensein von Einschlußkörperchen im Aphthengewebe näher zu prüfen, wurden über diese Frage eigene Untersuchungen angestellt. Das hierzu verwendete Blasenmaterial, das von der Zunge und von der Rüsselscheibe junger Schweine stammte, wurde in Sublimatalkohol gehärtet und nach der kombinierten Paraffin-Zelloidinmethode eingebettet. Die Färbung der Schnitte erfolgte zum Teil nach Giemsa, zum Teil mit M. Heidenhains Eisenhämatoxylin. In den auf diese Weise hergestellten, durchschnittlich 5—10 μ dicken Schnitten fanden sich häufig intra- und extrazellulär gelagerte Granula, die teilweise große Ähnlichkeit mit den Huntemüllerschen Gebilden hatten. Am zahlreichsten waren einzeln liegende, rundliche Körperchen, die außerhalb des Zellkerns lagen (Tafel XIV, Fig. 7). Diese nach Heidenhain schwarzbraun, nach Giemsa blauviolett gefärbten Körperchen waren von verschiedener Größe und ließen in manchen Fällen einen etwas helleren Hof erkennen. Gelegentlich konnten auch Gebilde gefunden werden, die unmittelbar dem Kern anlagen und aus zwei in einer helleren Zone liegenden Körnchen bestanden (Tafel XIV, Fig. 8). Margueritenformen konnten nicht gefunden werden. Die in hellen Höfen einzeln oder zu zweien sichtbaren Körperchen würden den von Huntemüller beschriebenen analogen Gebilden wohl entsprechen. Ob solchen Einschlüssen irgend eine spezifische Bedeutung beizumessen ist, ist eine außerordentlich schwer zu entscheidende Frage.

Auch Huntemüller, der sie offen gelassen hat, rechnet mit der Möglichkeit, daß es sich auch bei den einzeln oder zu mehreren liegenden Einschlußkörperchen um kolloidale Körperchen handeln könne. Gegen die Annahme, daß diese Gebilde für Maul- und Klauenseuche spezifisch sind, sprechen im übrigen folgende Beobachtungen. Neben den näher charakterisierten Körperchen fand ich oft andere Granula, die den genannten Gebilden mehr oder weniger ähnlich waren. Namentlich galt dies für die Gewebepartien, die auf der Grenze des gesunden und erkrankten Gewebes lagen. In diesen Gewebeteilen waren häufig außerordentlich viele größere und kleinere Körnchen nachzuweisen. Vielleicht dürfte das Auftreten solcher Körnchen darauf zurückzuführen sein, daß in den Epithelzellen eine rasch fortschreitende Degeneration der Kerne und des Protoplasmas stattfindet und infolgedessen sowohl ausgewanderte Kernteilchen als auch ausgefallene Protoplasmabestandteile Einschlußkörperchen vortäuschen können. Das gleiche, nur in entsprechend geringerem Maße, gilt von den noch völlig erhaltenen Epithelzellen, die etwas weiter vom Orte der Blasenbildung entfernt sind, aber ebenfalls schon unter dem Einflusse des sich entwickelnden krankhaften Prozesses stehen. Besonders in Schnitten, die nach Giemsa gefärbt wurden, waren die verschiedensten Stadien der Kerndegeneration zu beobachten. Außerdem waren Kerne zu finden, deren chromatische Substanz zu einem regellosen Haufen kleinerer und größerer Kügelchen zusammengeballt war. Einzelne solcher Chromatinkörnchen lagen dann gelegentlich bereits außerhalb der Kernmembran im Protoplasma der Zelle. Bei anderen Kernen war manchmal die Kernmembran nicht mehr zu sehen, so daß an Stelle des Kernes ein Haufen rundlicher Chromatinteilchen zurückgeblieben war. Daß derartige Chromatinkörnchen bei entsprechender Lagerung sehr wohl mit Einschlußkörperchen verwechselt werden können, hat schon Huntemüller angedeutet. Aber auch das Protoplasma der Zellen kann bekanntlich unter pathologischen Verhältnissen die Form von Kügelchen und Körnchen annehmen, sich in dieser Gestalt färben und zu Täuschungen Veranlassung geben.

Ein weiteres Moment ist bei der Beantwortung der Frage nach der Spezifität vorhandener Zelleinschlüsse zu berücksichtigen. In das Gewebe der Maul- und Klauenseucheblasen dringen die auf der Oberfläche der Haut und der Schleimhäute massenhaft vorhandenen saprophytischen Bakterien, insbesondere Kokken, ein. Das Vordringen dieser Keime in die tieferen, noch wenig veränderten Epithellagen ist besonders dann erleichtert, wenn die scheinbar noch intakte Blasendecke an einer Stelle einen kleinen Einriß erhalten hat. Das Eindringen der Bakterien läßt sich besonders an Schnitten schön beobachten, die mit Giemsalösung gefärbt sind. Da auch Kokken eindringen und einzeln oder in Diploform in den Zellen liegen können, so ist es häufig schwer, zu entscheiden, ob Einschlußkörperchen oder Kokken vorliegen.

Das Urteil über das Vorkommen von Einschlußkörperchen bei Maul- und Klauenseuche ist auf Grund dieser Untersuchungen dahin zusammenzufassen, daß kein Grund vorliegt, die beschriebenen, im Protoplasma der Zellen des Blasengewebes auftretenden Körperchen als für Maul- und Klauenseuche charakteristische Gebilde anzusehen.

Literatur.

Huntemüller, Befunde bei Maul- und Klauenseuche. Zentralbl. f. Bakt. 1. Abt. Orig. Bd. 61, 1912, S. 375.

Derselbe, Filtrierbare Virusarten. Zeitschr. f. Chemotherapie. Bd. 2, 1913, S. 56.

Kitt, Lehrbuch der pathologischen Anatomie der Haustiere. 3. Aufl., 1905, Bd. I, S. 448.

Müller, M., Über die Natur der kugelförmigen Gebilde in den Aphthen maul- und klauenseuchekranker Tiere. Zentralbl. f. Bakt. 1. Abt. Orig. Bd. 66, 1912, S. 103.

Süpfle, Leitfaden der Vaccinationslehre. Wiesbaden 1910, S. 55—62.

Unna, Die Histopathologie der Hautkrankheiten. Orth, Pathologische Anatomie. Ergänzungsband 2, 1894.

Zschokke, Zur Pathologie der Maul- und Klauenseuche. Schweizer Archiv f. Tierheilk. Bd. 54, 1912, S. 505.

Erklärung der Tafeln[1]).

Tafel XIII.

Fig. 1. Beginnende ballonierende Degeneration in einer Maul- und Klauenseucheblase von der Rüsselscheibe des Schweines (Photogramm: Vergr. 500fach). Die einzelnen Epithelzellen sind unter Verlust ihrer Verbindungsbrücken zu einem regellosen Haufen auseinandergefallen.

Fig. 2. Beginnende retikulierende Degeneration aus derselben Aphthe (Photogramm: Vergr. 500fach). Die in Degeneration begriffenen Epithelzellen erscheinen im Gegensatz zu den noch unveränderten, im Bilde dunklen Zellen gequollen und aufgehellt, ohne ihre natürlichen Verbindungen und Formen eingebüßt zu haben.

Fig. 3. Beginnende Abstoßung des Schorfes einer Euterblase vom Rinde (Photogramm: Vergr. 50fach). Blasendecke und Blaseninhalt sind in eine strukturlose Masse umgewandelt; die sich abzuheben beginnt. Das Stratum corneum ist bereits vollständig regeneriert und zieht sich als deutlicher Streifen unter dem Schorfe hin.

Fig. 4. Fast vollendete Abstoßung des Schorfes einer Euterblase vom Rind (Photogramm: Vergr. 35fach). Die Überreste des Schorfes hängen nur noch an einer Stelle mit der fast völlig regenerierten Epidermis zusammen.

Tafel XIV.

Fig. 5. Junge, intakte Blase aus dem Pansen des Rindes (Photogramm: Vergr. 50fach). Das Stratum corneum ist noch intakt, der Blaseninhalt ist infolge der frühzeitig eingetretenen Blutung in eine strukturlose, kompakte Masse verwandelt.

Fig. 6. Intakte Euterblase vom Rinde (Photogramm: Vergr. 25fach). Mehrere von der Blasendecke zum Blasengrunde ziehende Zellbalken, die noch gut erhaltene Zellen aufweisen, zwischen diesen Septen strukturloser Detritus.

Fig. 7. Noch unverändertes Gewebe aus einer Blase von der Rüsselscheibe des Schweines. Färbung nach M. Heidenhain (Photogramm: Vergr. 1000fach). Etwas oberhalb der Mitte ein scharf gefärbtes Körperchen, das dem Kerne unmittelbar anliegt. Unterhalb der Mitte ein gleiches Körperchen im Protoplasma.

Fig. 8. Grenze zwischen gesundem und krankem Gewebe aus derselben Blase. Färbung nach M. Heidenhain (Photogramm: Vergr. 1000fach). Körperchen von verschiedener Größe, die einzeln oder zu zweien in helleren Zonen liegen.

---

[1]) Für die Herstellung der Photogramme spreche ich Herrn Technischem Rat Dr. Heise auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank aus.

Zur Frage der Umwandlung von Säugetier- in Hühner-Tuberkelbazillen.

Von

Professor **Dr. Zwick**, früherem Regierungsrat und **Dr. Zeller**, früherem wissenschaftlichen Hilfsarbeiter

im Kaiserlichen Gesundheitsamte.

Seitdem die Forschungen der letzten Zeit gewisse Unterschiede in den Eigenschaften der Tuberkelbazillen des Menschen, des Rindes und des Huhnes kennen gelehrt haben, Unterschiede, die zur Aufstellung bestimmter Typen führten, sind immer wieder Ansichten aufgetaucht, welche die Umwandlung des einen Typus in den andern vertraten. Im einzelnen auf die einschlägigen Veröffentlichungen hier einzugehen, ist nicht beabsichtigt. Es kann dies schon deshalb unterbleiben, weil die Literatur über diese Frage bereits von anderer Seite sehr ausführlich besprochen wurde [1]).

Zu den im folgenden bekannt gegebenen Versuchen haben neuere Mitteilungen von O. Bang [2]) und von J. Bongert [3]) den Anstoß gegeben, wonach es verhältnismäßig häufig gelungen sein soll, Hühner und Tauben mit Säugetier-Tuberkelbazillen erfolgreich zu infizieren und im Körper dieser Tiere eine Umwandlung der Bazillen in solche mit den Merkmalen des Hühnertuberkelbazillus herbeizuführen.

Der erste Teil der vorliegenden Arbeit behandelt das von O. Bang eingeschlagene Verfahren zur Umwandlung von Säugetier- in Hühnertuberkelbazillen, der zweite das J. Bongertsche.

I. Teil.

O. Bang benutzte zu seinen Umwandlungsversuchen sowohl Reinkulturen als auch Verreibungen von Organen solcher Meerschweinchen und Kaninchen, die mit tuberkulösem Gewebsmaterial infiziert worden waren. Von den 18 Tuberkelbazillenstämmen, von denen O. Bang bei seinen Versuchen ausging, waren 1 vom Pferd, 11 vom Rind, 2 von Papageien, 4 vom Menschen gewonnen worden. Mit 12 (= 67 %) von diesen Stämmen ist ihm die Infektion von Hühnern gelungen, mit 6 nicht.

---

[1]) Weber und Bofinger, Die Hühnertuberkulose; Tuberkulose-Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamte, 1. Heft 1904, S. 83. — Cornet und Kossel, Tuberkulose im Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, 2. Aufl. 1912, S. 453 ff.

[2]) O. Bang, Geflügeltuberkulose und Säugetiertuberkulose, Centralbl. f. Bakteriologie I. Abt. Originale, Bd. 46, 1908, S. 461.

[3]) Bongert, Arbeiten des IX. Internationalen tierärztlichen Kongresses im Haag 13.—19. September 1909, III. Bd., S. 276. — Bericht über die IV. Tagung der Freien Vereinigung für Mikrobiologie, 19.—21. Mai 1910, Centralbl. f. Bakteriologie, Beil. zu Abt. I, Bd. 47, Referate, S. 192.

Das Infektionsmaterial wurde den Hühnern intravenös, subkutan oder intraperitoneal einverleibt. Als positiv bezeichnete O. Bang das Impfergebnis dann, wenn bei den geimpften Hühnern ausgesprochene tuberkulöse Veränderungen vorhanden waren oder wenn der Befund am Kadaver das Bild der tuberkulösen Septikämie vom Charakter des „Type Yersin“ bot. In den meisten Fällen führte die Impfung zu einer ausgebreiteten Lungentuberkulose, in einzelnen fanden sich nur einige Knötchen in den Lungen. Drei vom Rinde stammende Tuberkelbazillenstämme erzeugten nach intravenöser Verimpfung an Hühner akut verlaufende Tuberkulose, einer von ihnen auch nach subkutaner Einspritzung.

An sechs der zu den Impfungen benutzten Stämme konnte O. Bang die Umwandlung von Säugetier- in Hühnertuberkelbazillen verfolgen, die sich nach der morphologischen und kulturellen Seite, ferner in einer Zunahme der Virulenz der Bazillen für Hühner und in einer Abnahme dieser Fähigkeit für Meerschweinchen zu erkennen gab. Besonderen Wert legte O. Bang bei seinen Umwandlungsversuchen darauf, daß bei den Impfungen zwischen zwei Hühnerpassagen eine Kaninchenpassage eingeschaltet wurde. So konnte er nach der Durchleitung der Rinderkultur 13 durch den Hühner- und Kaninchenkörper aus diesem eine typische Kultur von Geflügel-Tuberkelbazillen gewinnen. In einem zweiten Falle gelang es allerdings schon nach der Impfung eines Meerschweinchens mit einem Rinder-Tuberkulosestamm (Thomasminde) und darauffolgender subkutaner Impfung von 2 Hühnern mit der Verreibung der tuberkulösen Milz dieses Meerschweinchens, Lungen- und Lebertuberkulose, die sich durch das Vorhandensein käsiger Knötchen kennzeichnete, bei diesen beiden Hühnern zu erzeugen. Aus den Knötchen wurde eine typische Geflügel-Tuberkelbazillenkultur gezüchtet. Es hatte also in diesem Falle schon eine einmalige Hühnerpassage für die Umbildung des Säugetierstammes genügt.

Bei drei weiteren Stämmen, unter denen sich einer vom Pferd und zwei vom Rind befanden, bildete den Ausgang tuberkulöses Organmaterial vom Meerschweinchen. Mit diesem Material wurden Hühner geimpft, und zwar ein Teil intravenös, ein anderer subkutan, ein dritter intraperitoneal. Die auf die letzterwähnte Weise geimpften Hühner blieben gesund. Dagegen konnten aus den Lungen der anderen Hühner unmittelbar oder nach Kaninchenpassage — Einzelheiten lassen sich mangels näherer Angaben aus der Arbeit O. Bangs nicht ersehen — Bazillen in Reinkultur gewonnen werden, die sowohl auf Glyzerinserum, als auch in Bouillon wie typische Geflügelstämme wuchsen.

In einem weiteren Falle ging O. Bang von dem tuberkulösen Bronchiallymphknoten einer Kuh aus; er verimpfte von diesem Knoten Teile intravenös an ein Kaninchen. Die aus dem Kaninchen gewonnene Kultur wuchs sehr rasch und üppig. Eine aus der Milz des Kaninchens hergestellte Verreibung führte nach intravenöser und subkutaner Übertragung auf je ein Huhn bei dem intravenös geimpften zu einer Schwellung der Leber und Milz, bei dem andern zu einer Tuberkulose dieser Organe. Im einen wie im andern Falle waren in diesen Organen Tuberkelbazillen nachzuweisen, die bei der Verfütterung an Hühner Tuberkulose erzeugten. O. Bang neigt der Ansicht zu, daß es sich bei diesem Bazillenstamm um eine Zwischenform von Rinder-

kultur und Geflügelkultur handelte, und daß der Stamm schon von vornherein diesen Charakter besessen habe.

Endlich konnte O. Bang auch die Umwandlung eines „Papageienstammes" in einen Stamm mit den Merkmalen des Typus gallinaceus verfolgen; sie war eingetreten, nachdem sich die Tuberkelbazillen drei Monate lang im Hühnerkörper aufgehalten hatten.

Wie demnach aus den Mitteilungen von O. Bang hervorgeht, genügte in einigen Fällen für die Umwandlung schon die einmalige Durchleitung des Säugetierstammes durch den Hühnerkörper; in anderen war dazu außerdem noch eine Kaninchenpassage notwendig.

Versuchsanordnung.

Als Impfmaterial dienten für unsere Versuche sowohl Reinkulturen von Tuberkelbazillen, die aus dem Rind, Schwein, Pferd oder Menschen gezüchtet worden waren, als auch tuberkulöses Organmaterial von Kaninchen oder Meerschweinchen, die mit Organstückchen von tuberkulösen Tieren der genannten Arten geimpft worden waren. Der Impfstoff wurde durch Verreiben des Kultur- oder Organmaterials mit physiologischer Kochsalzlösung für die Impfung vorbereitet. In der Regel wurde ein erbsen- oder haselnußgroßes Organstück mit 3—5 ccm physiologischer Kochsalzlösung verrieben. Die Organverreibung wurde vor der Injektion durch ein steriles Gazefilter filtriert. Außerdem wurden zu den Impfungen 20 Reinkulturen benutzt; davon stammten 14 vom Rind, 2 vom Schwein, 3 vom Pferd und 1 vom Menschen.

Die Impfungen bei den Hühnern wurden intravenös, subkutan, intratracheal oder intraperitoneal vorgenommen; außerdem wurden die Tuberkelbazillen oder das bazillenhaltige Organmaterial einer Reihe von Versuchstieren auf dem Inhalations- oder Fütterungswege einverleibt. Wir haben bei unsern Versuchen in der Regel unmittelbar von Tier auf Tier übertragen, um den etwa modifizierenden Einfluß der Reinzüchtung auf die Bazillen auszuschalten. Es mag hier noch erwähnt werden, daß wir davon absehen mußten, Verreibungen von tuberkulösen Lungen von Hühnern intravenös auf andere Hühner zu übertragen, da wir bei einigen derartigen Versuchen die gleiche üble Erfahrung machten, über die auch O. Bang berichtet. Es zeigte sich nämlich, daß die Hühner ohne Ausnahme unmittelbar nach der intravenösen Injektion eines derartigen Organmaterials, das selbstverständlich vor seiner Verwendung durch Filtrieren von allen gröberen Bestandteilen befreit worden war, verendeten. Dasselbe war auch bei einem Huhn der Fall, dem eine Lungenverreibung intraperitoneal eingespritzt worden war. Im übrigen wurden bei der Ausführung der Versuche Wege eingeschlagen, von denen anzunehmen war, daß sie begünstigend im Sinne der Umwandlung wirken können. In erster Linie fanden dabei die Verhältnisse Berücksichtigung, wie sie von O. Bang bei seiner Versuchsanstellung gewählt worden waren. So haben wir versucht, Reinkulturen unmittelbar auf Hühner zu übertragen, sodann wurden dieselben Versuche mit Organmaterial von tuberkulösen Kaninchen, in einigen Fällen von Meerschweinchen angestellt. Außerdem wurde eine Reihe von Passageversuchen unternommen, bei deren Wahl der Angabe von O. Bang besonders Rechnung getragen wurde, daß sich Kaninchen als Zwischenglieder ganz besonders eignen sollen.

1. Infektionsversuche an Hühnern mit Reinkulturen von Säugetier-Tuberkelbazillen.

Tabelle 1. Mit Reinkulturen von Tuberkelbazillen geimpfte Hühner[1]).

Lfde. Nummer	Bezeichnung des Versuchstieres	Bezeichnung der zur Impfung benutzten Kultur	Art der Infektion	Tag der Infektion	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
1	Huhn 156	Glyzerin-Serumkultur von Rind I	ip.	4. 1.	† 3. 5.	Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz.	+ in Lunge, Leber, Milz
2	Huhn 159	Glyzerin-Bouillonkultur von Rind I	itrach.	20. 1.	† 20. 4.	Keine Tuberkulose.	—
3	Kücken	Glyzerin-Bouillonkultur von Rind II	Fütterung	7. 5.	† 27. 8.	Abmagerung; Knötchen im Duodenum.	—
4	"	Desgl.	"	7. 5.	† 27. 8.	Abmagerung; Knötchen im ganzen Darm.	—
5	"	Desgl.	"	29. 5.	† 16. 8.	Abmagerung u. Lähmungserscheinungen. An keinem Organ Veränderungen tuberkulöser Art.	—
6	"	Desgl.	"	29. 5.	† 16. 8.	Desgl.	—
7	"	Desgl.	"	29. 5.	† 3. 9.	Desgl.	—
8	"	Desgl.	Inhalation	5. 5.	† 4. 8.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—
9	Huhn 2	Desgl.	"	21. 5.	† 5. 7.	Hochgradige Abmagerung; makroskopisch und mikroskopisch keine Tuberkulose; jedoch erwiesen sich Leber und Milz im Tierversuch tuberkulös.	—
10	Huhn weiß	Desgl.	iv.	5. 5.	† 29. 5.	Diphtherie; makroskopisch u. mikroskopisch keine Tuberkulose; jedoch erwies sich die Leber im Tierversuch tuberkulös.	—
11	Huhn 12	Desgl.	Fütterung	29. 5.	get. 3. 9.	Nährzustand gut; an keinem Organ tuberkulöse Veränderungen.	—
12	Huhn 164	Glyzerin-Serumkultur von Rind IIa	itrach.	9. 2.	get. 20. 7.	Tuberkulose der Lungen.	+ in Lungen und Milz
13	Kücken	Glyzerin-Bouillonkultur von Rind III	Fütterung	1. 7.	† 1. 8.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—
14	"	Desgl.	"	1. 7.	† 10. 9.	Desgl.	—
15	"	Desgl.	"	1. 7.	† 16. 9.	Derbe Knötchen in der Darmwand.	—
16	Huhn weiß	Desgl.	iv.	18. 5.	† 5. 6. an einem Darmvolvulus	Keine Tuberkulose.	—
17	Huhn 7	Desgl.	Inhalation	18. 5.	† 27. 9.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—

[1]) In dieser und den folgenden Tabellen bedeutet:
ip. = intraperitoneale Impfung.
itrach. = intratracheale Impfung.
iv. = intravenöse Impfung.
\+ = Tuberkelbazillen nachgewiesen.
— = Tuberkelbazillen nicht nachgewiesen.

Lfde. Nummer	Bezeichnung des Versuchstiers	Bezeichnung der zur Impfung benutzten Kultur	Art der Infektion	Tag der Infektion	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
18	Huhn 11	Glyzerin-Bouillonkultur von Rind III	Fütterung	3. 6.	get. 27. 10.	Zwei grauweiße Knötchen in den Lungen.	—
19	Huhn 163	Glyzerin-Serumkultur von Rind V	itrach.	9. 2.	get. 22. 7.	Keine Tuberkulose.	—
20	Huhn 155	Glyzerin-Serumkultur von Rind VI	iv.	4. 1.	† 6. 5.	Sehr stark abgemagert. Hochgradige Tuberkulose der Leber, Milz, Lungen und besonders des Darmes, vom Duodenum bis zur Kloake.	+ in sämtlichen ergriffenen Organen.
21	Huhn 147	Glyzerin-Serumkultur von Rind VII	itrach.	7. 12.	† 26. 1.	Keine Tuberkulose.	—
22	Huhn 157	Glyzerin-Serumkultur von Rind IX	iv.	11. 1.	† 6. 7.	Abmagerung. In der Leber zerstreut liegende, unregelmäßige, gelbbraune Herde. Milz vergrößert. Lungen und Darm unverändert.	+ Im Ausstrich aus den Lungen spärliche säurefeste Bazillen.
23	Hahn 119	Glyzerin-Serumkultur von Rind XIX	„	9. 9.	† 7. 12.	In d. Blinddarmwand derbe grauweiße Knötchen.	—
24	Huhn 120	Desgl.	itrach.	9. 9.	†16.12.	Keine Tuberkulose.	—
25	Huhn 123	Glyzerin-Agarkultur von Rind XX	ip.	27. 10.	† 5. 12.	Desgl.	—
26	Huhn 124	Desgl.	iv.	27. 10.	† 1. 2.	Abmagerung, keine Tuberkulose.	—
27	Kücken	Glyzerin-Bouillonkultur von Kuh I	Fütterung	3. 6.	† 5. 10.	Keine Tuberkulose.	—
28	„	Desgl.	„	3. 6.	† 5. 10.	Desgl.	—
29	„	Desgl.	„	3. 6.	get. 29. 10.	Desgl.	—
30	Huhn 6	Desgl.	iv.	17. 5.	get. 6. 9.	Abmagerung. Viele grauweiße Knötchen in den Lungen.	+ In den Lungen viele in Haufen beisammenliegende Tuberkelbazillen, daneben zerfallene Tuberkelbazillen.
31	Huhn 9	Desgl.	Fütterung	3. 6.	get. 28. 10.	Keine Tuberkulose.	—
32	Kücken	Glyzerin-Bouillonkultur von Schwein VII	„	13. 6.	† 12. 7.	Desgl.	—
33	„	Desgl.	„	13. 6.	† 19. 7.	Desgl.	—
34	Huhn 3	Desgl.	iv.	13. 5.	get. 4. 9.	In der Lunge und in der Wand des Dünndarms zahlreiche grauweiße Knötchen; feinste Knötchen in der Leber.	+ Im Ausstrich aus den Lungen.
35	Huhn 4	Desgl.	Inhalation	13. 5.	† 20. 8.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—
36	Huhn 10	Desgl.	Fütterung	3. 6.	get. 3. 9.	Nährzustand gut; keine Tuberkulose.	—
37	Huhn 3a	Serumkultur von Schwein XVIII	Inhalation	22. 5.	get. 9. 9.	Hochgradige Abmagerung; Lähmungserscheinungen; keine Tuberkulose.	—

Lfde. Nummer	Bezeichnung des Versuchstiers	Bezeichnung der zur Impfung benutzten Kultur	Art der Infektion	Tag der Infektion	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
38	Huhn 13	Serumkultur von Schwein XVIII	Fütterung	29. 5.	†15.10.	Keine Tuberkulose.	—
39	Huhn 33	Glyzerin-Bouillonkultur vom Pferd (Fall Stettin)	iv.	7. 7.	get. 27. 10.	In den Lungen viele miliare graue Knötchen mit opakem Zentrum; die übrig. Organe sind normal.	+ In den Lungen zahlr. Tuberkelbazillen, die vielfach im Zerfall begriffen sind.
40	Huhn 54	Glyzerin-Bouillonkultur vom Pferd (Fall Stettin)	iv.	11. 12.	† 22. 6.	Keine tuberkulösen Veränderungen.	+ In den Lungen zahlreiche Tuberkelbazillen.
41	Huhn 71	Desgl.	ip.	11. 12.	† 14. 3.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—
42	Huhn 34	Glyzerin-Serumkultur vom Pferd (Fall Stettin)	itrach.	7. 7.	get. 29. 10.	Keine Tuberkulose.	—
43	Huhn 72	Desgl.	„	22. 6.	get. 25. 10.	Abmagerung; keine Tuberkulose.	—
44	Huhn 149	Desgl.	„	15. 12.	† 13. 1.	Hochgradige Abmagerung; Tuberkulose der Lungen und des Bauchfells.	+ in Lungen und Bauchfellbelag.
45	Huhn 117	Glyzerin-Serumkultur von Fall XVIII (Typ. hum.)	iv.	5. 9.	†26.10.	Keine Tuberkulose.	—
46	Huhn 118	Desgl.	ip.	5. 9.	†24.10.	Auf dem Drüsenmagen ein flachgedrücktes Knötchen mit verkästem Inhalt.	+ Tuberkelbazillen sind in dem Inhalt des Knötchens, sonst nirgends nachweisbar.

Zu diesen Versuchen wurden insgesamt 46 Hühner und 15 verschiedene Kulturstämme benutzt. Die Übertragung geschah auf dem Fütterungs- oder Inhalationswege; in anderen Fällen wurde sie intravenös, intratracheal oder intraperitoneal vorgenommen. Für die Fütterungsversuche wurden neben erwachsenen Hühnern auch Kücken im Alter von 3—8 Wochen verwendet. Wie aus der beigegebenen tabellarischen Zusammenstellung (Tabelle I) hervorgeht, wurden

auf dem Fütterungswege zu infizieren versucht: 13 Kücken und 5 erwachsene Hühner;

durch Inhalation: 1 Kücken und 4 erwachsene Hühner;

intratracheal geimpft wurden . . . 8 Hühner
intravenös „ „ . . . 11 „
intraperitoneal „ „ . . . 4 „

An den Kadavern der auf die angegebene Weise infizierten Hühner konnten folgende Befunde erhoben werden:

Es waren behaftet mit

allgemeiner Tuberkulose . . . . 1 Huhn (H. 155)
Knötchen in den Lungen, im Darm und in der Leber . . . . 1 „ (H. 3)
„ „ „ „ und Belägen auf dem Bauchfell . . . 1 „ (H. 149)
„ „ „ „ „ Schwellung der Leber und Milz . 1 „ (H. 156)
„ „ „ „ . . . . . . 3 Hühner (H. 33, H. 6 und H. 164)
„ im Darm . . . . 1 Huhn (H. 119)
1 Knoten in der Bauchhöhle . . . . 1 „ (H. 118)
gelben Herden in der Leber . . . . 1 „ (H. 157)

Das Huhn 155 (vgl. Tabelle XII, S. 650) war mit zwei aus dem Meerschweinchen gezüchteten, gut gewachsenen Glyzerin-Serumkulturen intravenös geimpft worden. Es befand sich bei seinem vier Monate nach der Impfung erfolgten Tode in sehr abgemagertem Zustande. Am Kadaver des Huhnes war das Bild der Hühnertuberkulose ausgeprägt: in den Lungen fanden sich viele grauweiße Knötchen, die Leber war dicht durchsetzt mit gelben Knötchen, solche waren auch in großer Zahl in der Milz enthalten; der Darm beherbergte in seiner ganzen Ausdehnung zahlreiche, hirsekorn- bis stecknadelkopfgroße gelbe Knötchen. In den aus den verschiedenen tuberkulösen Organen angefertigten Ausstrichpräparaten waren zahlreiche Tuberkelbazillen nachweisbar. Die aus der Milz und aus der Leber des Huhnes auf Glyzerinserum angelegten Kulturen verhielten sich genau so wie ein Kulturstamm vom Typus gallinaceus: das Kulturwachstum vollzog sich in Gestalt eines gleichmäßig grauweißen, schmierigen Belags. Nach intravenöser Verimpfung einer Glyzerinserumkultur an ein Huhn (H. 208) fanden sich bei dem 1 Monat nach der Impfung gestorbenen Tier ein graugelber Herd in den Lungen, gelbliche, nach Größe und Form unregelmäßige Flecke in der Leber, sowie eine Schwellung der Milz. Die aus diesem Huhn gewonnene Reinkultur zeigte gleichfalls die Eigenschaften von Geflügeltuberkelbazillen. Durch Verfütterung einer Organverreibung, die aus Material von Lunge, Leber und Milz des Huhnes 208 hergestellt worden war, an ein Huhn (H. 211) wurde bei diesem Tuberkulose der Lungen, der Leber und des Darmes erzeugt.

Mit dem aus Huhn 155 gewonnenen Kulturstamm wurden ein Kaninchen (Nr. 1378) und ein Meerschweinchen (Nr. 1379) geimpft. Das erstere wies bei seiner Tötung Tuberkulose der korrespondierenden Lymphknoten sowie geringgradige Lungentuberkulose auf; bei dem Meerschweinchen hatte sich eine nur auf die Impfstelle und die zugehörigen Lymphknoten beschränkte Tuberkulose entwickelt.

Nach alledem kann es keinem Zweifel unterliegen, daß es sich um einen Kulturstamm vom Typus gallinaceus handelte. Ebensowenig zweifelhaft dürfte es sein, daß das Huhn 155 schon vor der Impfung mit Tuberkulose behaftet war, daß es sich also in diesem Falle um eine Umwandlung nicht handeln kann.

Bei dem Huhn 3 kam, wie aus den weiteren Impfungen unschwer zu ersehen war, Hühnertuberkulose nicht in Frage. Denn die mit Verreibungen aus Lunge, Milz, Leber und Darmknötchen dieses Huhnes geimpften Kaninchen, Meerschweinchen und Hühner blieben frei von Tuberkulose. Die injizierten Tuberkelbazillen waren

demnach durch ihren 111 tägigen Aufenthalt im Hühnerkörper in ihrer Virulenz erheblich geschwächt worden.

Die Beurteilung der bei dem Huhn 33 vorgefundenen Veränderungen ergibt sich aus den Ausführungen zu Huhn 48 (vergl. Tabelle 5, S. 627).

Aus dem mit Tuberkulose der Lungen behafteten Huhn 6 (vgl. Tabelle I, S. 634) wurden 1 Kaninchen (Nr. 153) und 2 Hühner (Nr. 24 und 25) zu infizieren versucht, jedoch mit negativem Ergebnis.

Das intraperitoneal geimpfte Huhn 118 (vergl. Tabelle XVIII, S. 656) hatte in der Bauchhöhle ein flachgedrücktes trockenes, verkästes Knötchen aufzuweisen; sonst waren nirgends Zeichen von Tuberkulose wahrnehmbar. Die aus dem Knötchen gewonnene Kultur verhielt sich wie ein dem Typus humanus zugehöriger Stamm.

Die bei dem Hahn 119 (vergl. Tabelle VIII, S. 645) in der Schleimhaut des Blinddarms vorgefundenen Knötchen können nicht mit Sicherheit als tuberkulöse angesprochen werden, denn in mehreren davon angefertigten Ausstrichpräparaten waren Tuberkelbazillen nicht nachweisbar.

In der Leber des Huhnes 157 (vgl. Tabelle IX, S. 646) fanden sich unregelmäßige gelbe Flecke; Tuberkelbazillen konnten darin mikroskopisch nicht gefunden werden. Jedenfalls handelte es sich auch in diesem Falle, wie die weiteren Passageversuche ergeben haben (vgl. Huhn 215 derselben Tabelle), nicht um Hühnertuberkelbazillen.

Ferner wäre das Huhn 54 (vgl. Tabelle IV, S. 638) zu erwähnen, bei dem sich zwar makroskopisch tuberkulöse Veränderungen nicht vorfanden, in dessen Lungen aber Tuberkelbazillen nachgewiesen werden konnten. Eine Umwandlung war auch in diesem Falle nicht erfolgt, denn der aus dem Kaninchen 336, das mit Lungenverreibung von Huhn 54 geimpft worden war, gewonnene Stamm verhielt sich genau wie der Ausgangsstamm.

Über das intratracheal geimpfte Huhn 149 sind unter Nr. 5 der Tabelle Nr. XIX, S. 666—667 nähere Angaben gemacht. Aus der erkrankten Lunge dieses Huhnes wurde der zur Impfung benützte eingespritzte Pferde-Tuberkelbazillenstamm wieder reingezüchtet.

Das mit Glyzerin-Serumkultur des Rindes IIa intratracheal geimpfte Huhn 164 zeigte tuberkulöse Veränderungen in den hinteren Partien beider Lungen. Die übrigen Organe erschienen makroskopisch unverändert. Mikroskopisch wurden in den Lungen ziemlich wenige, in der Milz einzelne Tuberkelbazillen nachgewiesen; 1 Kaninchen und 1 Meerschweinchen, die mit einer Emulsion aus den Lungen des Huhnes 164 subkutan geimpft worden waren, wiesen bei der Tötung keinerlei tuberkulöse Veränderungen auf.

Endlich wäre noch zu erwähnen das Huhn 156, das infolge intraperitonealer Impfung ein graues Knötchen in den Lungen, sowie Schwellung der Leber und Milz aufwies. In allen 3 Organen fanden sich vereinzelte Tuberkelbazillen vor. Das mit Emulsion aus Leber und Milz des Huhnes subkutan geimpfte Kaninchen 1260 wies neben einem Abszeß an der Impfstelle verkäste Herde in den linken Kniefalten- und Achsellymphknoten auf. Die übrigen Organe waren makroskopisch frei von Tuberkulose.

2. Infektionsversuche an Hühnern mit tuberkulösem Organmaterial (Ursprungsmaterial).

8 Hühner wurden direkt mit tuberkulösem Ursprungsmaterial infiziert und zwar 2 Hühner intravenös (Nr. 3 und 4), die übrigen 6 per os. In 4 Fällen stammte das Infektionsmaterial vom Rind, in den übrigen 4 vom Pferd.

Bei keinem der infizierten Hühner konnten nach dem Tode tuberkulöse Veränderungen an den Organen oder Tuberkelbazillen in den Organausstrichen nachgewiesen werden.

Tabelle 2. Mit tuberkulösem Organmaterial (Ursprungsmaterial) geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchtiers	Herkunft des Ausgangsmateriale	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Sektionsbefund
1	Huhn 3	Rind (Winterlingen)	Verreibung der Bugdrüse von Rind W.	iv.	24. 12.	† 31. 12.	Keine Tuberkulose
2	„ 4	Desgl.	Desgl.	„	24. 12.	† 27. 4.	Desgl.
3	„ 5	Desgl.	Desgl.	per os	30. 12.	† 18. 1.	„
4	„ 6	Desgl.	Desgl.	„ „	30. 12.	† 19. 1.	„
5	„ 160	Pferd (Leipzig)	Zerkleinertes Lungen-	„ „	6. 2.	get. 6. 7.	„
6	„ 161	Desgl.	material von Pferd Leipzig	„ „	6. 2.	† 20. 2.	„
7	„ 177	Pferd (Flensburg II)	Bronchiallymphknoten von Pferd Flensburg II	„ „	15. 3.	get. 10. 7.	„
8	„ 183	Pferd (Halle)	Bronchiallymphknoten und Lungenteile von Pferd Halle	„ „	12. 4.	get. 15. 7.	„

Passage-Versuche.

A. Übertragung tuberkulösen Organmaterials von Kaninchen auf Hühner.

Zu diesen Passage-Versuchen wurde Organmaterial von Kaninchen benutzt, da nach O. Bang gerade die Passage durch den Kaninchenkörper die Umwandlung der Säugetier- in Hühner-Tuberkelbazillen begünstigen soll. Zur Impfung der Kaninchen waren 20 verschiedene Kulturstämme verwendet worden. Das Impfmaterial für die Hühner bestand aus einer Organverreibung, die meistens mit einem erbsen- bis bohnengroßen Stück der tuberkulösen Milz und Niere oder eines tuberkulösen Lymphknotens unter Verwendung von 3—5 ccm physiologischer Kochsalzlösung hergestellt worden war. Insgesamt wurden mit solchem Materiale 42 Hühner geimpft. Die Impfung geschah intravenös (in 23 Fällen), intraperitoneal (in 10 Fällen), per os (in 2 Fällen) oder intratracheal (in 7 Fällen). In 3 Fällen wurde nicht das Organmaterial der tuberkulösen Kaninchen, sondern die aus den Kaninchen gezüchtete Reinkultur intravenös verimpft.

Von den 42 geimpften Hühnern zeigten (vgl. Tabelle 3, S. 624—625):

2 Hühner (H. 59, 146) Tuberkulose der Lungen,

2 Hühner (H. 169, 20) Tuberkulose der Leber, Lungen und Milz,

1 Huhn (H. 205) Tuberkulose der Lungen, der Leber, der Milz und des Darmes.

Außerdem waren bei 5 Hühnern (H. 132, 133, 166, 151, 101) zwar keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen vorhanden, es konnten aber bei ihnen Tuberkelbazillen mikroskopisch nachgewiesen werden und zwar:

bei 1 Huhn (H. 133) . . . . . in der Milz,
„ 1 „ (H. 132) . . . . . . „ „ Lunge, Leber und Milz.
„ 3 Hühnern (H. 166, 151, 101) „ „ Lunge.

Die in den Lungen vorgefundenen Veränderungen bestanden bei Huhn 59 (vgl. Tabelle III, S. 636—637) in zwei stecknadelkopfgroßen, grauweißen Herden, die zahlreiche kurze, in Zerfall begriffene Tuberkelbazillen enthielten. Bei Huhn 146 (vergl. Tabelle XIII, S. 652), das nicht mit Organmaterial, sondern mit einer aus Kaninchen 387 gezüchteten Reinkultur intravenös geimpft worden war, fanden sich beide Lungen gleichmäßig von hirsekorngroßen, grauweißen Knötchen durchsetzt. Bei Huhn 20 (vergl. Tabelle VI, S. 642—643) fanden sich in den Lungen zerstreut liegende, grauweiße, in der Leber und Milz zahlreiche graugelbe Knötchen; in diesen Knötchen waren Tuberkelbazillen nur in spärlicher Zahl vorhanden. Bei Huhn 169 waren die Lungen durchsetzt von zahllosen punktförmigen bis hirsekorngroßen grauweißen Knötchen; Leber und Milz waren erheblich vergrößert, unter dem Leberüberzug waren zahlreiche, unscharf begrenzte, hanfkorngroße, braungelbe Flecke sichtbar, in der Milz traten die Malpighischen Körperchen deutlich hervor. Lunge und Milz enthielten sehr viele, die Leber weniger, aber immerhin noch zahlreiche, gut und gleichmäßig gefärbte, einzeln und in kleinen Haufen beisammen liegende Tuberkelbazillen. Bei Huhn 205 war der Befund in der sehr stark vergrößerten Leber und in den Lungen ein ähnlicher wie bei dem vorgenannten; die Milz dieses Huhnes war nicht vergrößert, sie enthielt zwei hanfkorngroße, grauweiße Knötchen. Der Darm beherbergte drei linsengroße verkäste Knötchen; davon hatten zwei ihren Sitz im Duodenum, einer im Caecum. In den Knötchen der verschiedenen Organe waren viele gleichmäßig gefärbte, zumeist einzeln liegende Tuberkelbazillen enthalten.

Von allen Hühnern, die sichtbare Veränderungen an ihren Organen aufwiesen, wurde tuberkulöses Organmaterial an Kaninchen, Hühner, zum Teil auch an Meerschweinchen verimpft. Über die Ergebnisse dieser Impfungen wird an anderer Stelle berichtet werden. Hier sei nur angeführt, daß es durch diese weiteren Impfungen in keinem Falle gelungen ist, eine echte Hühnertuberkulose und damit eine Umwandlung des Säugetiertypus der Tuberkelbazillen in den Typus gallinaceus zu erzielen.

Tabelle 3. Mit Organ- bezw. Kulturmaterial von Kaninchen geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstieres	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
1	Huhn 169	Rind I	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 1076	iv.	22. 2.	† 10. 4.	Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz	+
2	Huhn 174	„ I	Verreibnng von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1064	„	9. 3.	get. 27. 7.	—	—
3	Huhn 205	„ I	Glyzerin-Serumkultur von Kaninchen 1064	„	3. 8.	†28.11.	Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz und des Darmes.	+
4	Huhn 83	„ I	Verreibung von Lunge, Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1047	„	20. 7.	get. 30. 11.	Keine Tuberkulose	—
5	Huhn 81	„ I	Desgl.	itrach.	20. 7.	get. 30. 11.	„ „	—
6	Huhn 94	„ II	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 1061	iv.	21. 7.	† 1. 12.	„ „	—
7	Huhn 93	„ II	Verreibung von Lunge, Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1061	itrach.	21. 7.	get. 1. 12.	„ „	—
8	Huhn 133	„ III	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 494	ip.	22. 11.	†10.12.	„ „	+ Tuberkelbazillen in der Milz
9	Huhn 132	„ III	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 496	iv.	22. 11.	get. 10. 12.	„ „	+ Tuberkelbazillen in der Lunge, Milz und Leber
10	Huhn 59	„ IIIa	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 72	itrach.	16. 7.	† 18. 8.	Tuberkulose der Lungen	+
11	Huhn 85	„ IV	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 1065	iv.	20. 7.	get. 17. 1.	Keine Tuberkulose	—
12	Huhn 86	„ IV	Verreibung von Lunge und Lymphknoten von Kaninchen 1065	itrach.	20. 7.	get. 29. 11.	„ „	—
13	Huhn 104	„ V	Verreibung von Milz und Lymphknoten von Kaninchen 1044	ip.	29. 8.	†17.10.	„ „ Abmagerung	—
14	Huhn 105	„ V	Desgl.	iv.	29. 8.	get. 17. 1.	Keine Tuberkulose	—
15	Huhn 166	„ VI	Glyzerin-Serumkultur von Kaninchen 530	„	9. 2.	† 5. 4.	„ „	+ Tuberkelbazillen in der Lunge
16	Huhn 146	„ VII	Glyzerin-Serumkultur von Kaninchen 387	„	7. 12.	† 2. 2.	Tuberkulose der Lungen	+ Tuberkelbazillen in der Lunge
17	Huhn 130	„ VII	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 495	ip.	15. 11.	† 17. 1.	Keine Tuberkulose	—
18	Huhn 99	„ VII	Verreibung von Lunge, Milz und Lymphknoten von Kaninchen 358	iv.	13. 8.	† 5. 12.	„ „	—
19	Huhn 131	„ VII	Verreibung von Niere von Kaninchen 387	itrach.	15. 11.	† 17. 1.	„ „	—

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstieres	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
20	Huhn 199	Rind VIII	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 495	iv.	30. 12.	† 25. 7.	Keine Tuberkulose	—
21	Huhn 200	„ VIII	Desgl.	ip.	30. 12.	† 8. 4.	„ „	—
22	Huhn 114	„ IX	Verreibung von Milz und Lymphknoten von Kaninchen 360	iv.	5. 9.	† 7. 12.	„ „	—
23	Huhn 151	„ XIX	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 102	„	17. 12.	† 18. 2.	„ „ Abmagerung	+ Tuberkelbazillen in der Lunge
24	Huhn 152	„ XIX	3 Lymphknoten und 2 Nieren von Kaninchen 102	per os	17. 12.	†30.12.	Keine Tuberkulose	—
25	Huhn 100	Schwein VII	Verreibung von Lungenknötchen	iv.	15. 6.	get. 25. 10.	„ „	—
26	Huhn 40	Schwein XVIII	Verreibung von Lungenknötchen und Achsellymphknoten	itrach.	2. 7.	get. 9. 9.	„ „	—
27	Huhn 106	Pferd (Bremen II)	Verreibung von Milz, Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1081	iv.	30. 8.	† 21. 1.	„ „	—
28	Huhn 107	Desgl.	Desgl.	ip.	30. 8.	get. 2. 2.	„ „	—
29	Huhn 101	Pferd (Flensburg)	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 1046	iv.	22. 8.	† 19. 9.	„ „	+ Tuberkelbazillen in den Lungen
30	Huhn 102	Desgl.	Desgl.	ip.	22. 8.	†21.11.	„ „	—
31	Huhn 20	Pferd (Stettin)	Verreibung von Lunge von Kaninchen 140	iv.	28. 4.	† 19. 5.	Tuberkulose der Lungen, Leber und Milz	+ Tuberkelbazillen in den Lungen, in Leber und Milz
32	Huhn 122	Pferd (Darmstadt)	Verreibung von Lunge und Milz von Kaninchen 489	itrach.	15. 10.	†11.11.	Keine Tuberkulose	—
33	Huhn 108	Pferd (Bremen I)	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1049	iv.	31. 8.	get. 13. 1.	„ „	—
34	Huhn 109	„	Desgl.	ip.	31. 8.	get. 13. 1.	„ „	—
35	Huhn 141	„	Verreibung von Lunge und Lymphknoten von Kaninchen 528	„	1. 12.	get. 30. 4.	„ „	—
36	Huhn 142	„	Desgl.	iv.	1. 12.	†26.12.	„ „	—
37	Huhn 38	Pferd (Lennep)	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 234	„	2. 5.	† 3. 6.	„ „	—
38	Huhn 46	„	Desgl.	ip.	2. 5.	† 2. 6.	„ „	—
39	Huhn 89	„	Teile von Lunge, Niere und Lymphknoten von Kaninchen 234	per os	2. 5.	† 9. 8.	„ „	—
40	Huhn 145	Pferd (Breslau)	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 411	iv.	5. 12	† 9. 3.	„ „	—
41	Huhn 115	Typ. human.	Verreibung von Netzknoten von Kaninchen 373	„	5. 9.	† 4. 1.	„ „	—
42	Huhn 116	Desgl.	Desgl.	ip.	5. 9.	†12.11.	„ „	—

B. Impfung von Hühnern nach vorausgegangener Huhn-Passage.

Zu diesen Impfversuchen dienten 9 Hühner. Von ihnen wurden infiziert

a) mit Organmaterial:

intratracheal . . . . 1 Huhn (Nr. 58)

subkutan . . . . 4 Hühner (Nr. 24, I, 14, 95)

per os . . . . 3 Hühner (Nr. 25, 97, 211),

b) mit Kulturmaterial:

intravenös . . . . 1 Huhn.

Von den so geimpften Hühnern waren behaftet:

Mit Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz und des Darmes 1 Huhn (Nr. 211)

Mit Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz . . . . 1 Huhn (Nr. 208)

Makroskopisch und mikroskopisch frei von Tuberkulose waren 7 Hühner.

Die Hühner Nr. 208 und 211 gehören einer und derselben Versuchsreihe an. Bei beiden handelte es sich um eine durch Hühnertuberkelbazillen verursachte Tuberkulose (vergl. Tabelle XII, S. 651).

Tabelle 4. Nach vorausgegangener Huhn-Passage geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstieres	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
1	Huhn 24	Kuh 1	Verreibung von Lunge von Huhn 6	sk.	6. 9.	† 6. 10.	Keine Tuberkulose	—
2	Huhn 25	„ 1	Desgl.	per os	6. 9.	† 5. 11.	Desgl.	—
3	Huhn I	Rind II	Verreibung des tuberkulösen Herdes a. d. Impfstelle von Huhn weiß	sk.	29. 5.	get. 3. 9.	„	—
4	Huhn 208	„ VI	Glyzerin-Serumkultur von Huhn 155	iv.	19. 8.	† 15. 9.	Tuberkulose der Lunge, Leber, Milz	+ in Lunge, Leber, Milz
5	Huhn 58	Pferd (Stettin)	Verreibung der Lunge von Huhn 54	itrach.	22. 6.	get. 2. 12.	Keine Tuberkulose	—
6	Huhn 14	Schwein XVIII	Verreibung der Lunge von Huhn 2	sk.	5. 6.	get. 27. 10.	Desgl.	—
7	Huhn 95	Schwein VII	Verreibung der Lunge von Huhn 3	„	4. 9.	† 15. 2.	„	—
8	Huhn 97	Schwein VII	Desgl.	per os	4. 9.	† 22. 11.	„	—
9	Huhn 211	Rind VI	Milz, Leber, Lunge von Huhn 208	„ „	15. 9.	get. 22. 2.	Tuberkulose von Lunge, Leber, Milz und Darm	+ in Lunge, Leber, Milz, Darm

C. Impfung von Hühnern nach vorausgegangener Huhn-Kaninchen-Passage oder Tauben-Kaninchen-Passage.

Diese Passage-Form wurde vielfach angewandt, weil O. Bang gerade auf ihre Durchführung besonderen Wert legt.

Das Material, mit dem die Kaninchen geimpft wurden, stammte entweder von Hühnern und Tauben, die mit Organmaterial von Kaninchen geimpft worden waren, oder von Hühnern und Tauben, denen Reinkulturen einverleibt worden waren. Aus den im Anhang beigegebenen Übersichtstabellen und aus den diesen beigefügten Erläuterungen lassen sich die Einzelheiten der Impfungen ersehen. In die nachstehende Tabelle sind die zu den Impfversuchen benutzten Hühner eingereiht, die mit Material infiziert wurden, das zuerst den Hühner- oder Tauben-, sodann den Kaninchenkörper passiert hatte.

Tabelle 5. Nach vorausgegangener Huhn-Kaninchen- oder Tauben-Kaninchen-Passage geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstiers	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe des Sektionsbefundes	Mikroskopischer Befund	Typus der gewonnenen Reinkultur
1	Huhn 73	Rind II	Verreibung von Lunge und Niere von Kaninchen 1010	itrach.	25. 9.	† 16. 12.	Keine Tuberkulose	—	—
2	Huhn 202	„ VI	„ von Niere und Lymphknoten v. Kaninchen 1264	iv.	17. 7.	get. 21. 2.	Allgemeine Tuberkulose (der Lungen, der Milz, Leber und des Darmes)	+	Typus gallinaceus
3	Huhn 213	„ VI	„ von Lymphknoten von Kaninchen 1391	„	31.10.	† 11. 12.	Starke Abmagerung; Tuberkulose der Lungen, Leber und Milz	+ in Lungen, Leber u. Milz	Typus gallinaceus
4	Huhn 198	„ VI	„ von Lymphknoten von Kaninchen 1084	ip.	8. 3.	get. 20. 7.	Keine Tuberkulose	—	—
5	Huhn 215	„ IX	„ von Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 1329	iv.	8.12.	get. 22. 2.	In der Leber unregelmäßig zerstreute weiße Knötchen	—	—
6	Huhn 192	„ IX	„ von Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 1086	„	15. 5.	get. 22. 8.	Keine Tuberkulose	—	—
7	Huhn 182	„ IX	„ von Lymphknoten von Kaninchen 1181	„	13. 4.	get. 29. 7.	Desgl.	—	—
8	Huhn 167	„ XVIII	„ von Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 690	„	15. 2.	get. 27. 7.	Desgl.	—	—
9	Huhn 193	„ XIX	„ von Niere von Kaninchen 1166	„	20. 5.	† 23. 8.	In der Lunge wenige graue durchscheinende Knötchen	—	—
10	Huhn 176	„ XIX	„ von Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 1049	„	15. 3.	† 30. 6.	Starke Abmagerung; keine Tuberkulose	—	—
11	Huhn 194	„ XIX	„ von Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 1170	„	19. 6.	get. 23. 8.	Keine Tuberkulose	—	—
12	Huhn 113	Pferd (Stettin)	„ von Lunge und Lymphknoten v. Kaninchen 336	„	5. 9.	† 2. 1.	Tuberkulose der Leber, Milz, des Leer- und Hüftdarms	+	Typus gallinaceus
13	Huhn 48	Desgl.	„ von Milz und Lunge von Kaninchen 133	„	25. 2.	† 24. 5.	Starke Abmagerung; an den Organen keine tuberkulösen Veränderungen	—	—
14	Huhn 175	Desgl.	„ von Niere von Kaninchen 183.	„	10. 3.	get. 28. 7.	Keine Tuberkulose	—	—

Wie aus der Zusammenstellung hervorgeht, sind 14 Hühner für diese Versuche benützt worden. Das Infektionsmaterial war von derselben Art, wie bei den früheren Versuchen mit tuberkulösem Organmaterial vom Kaninchen; 12 Hühner wurden in die Blutbahn infiziert, 1 Huhn intratracheal, 1 Huhn intraperitoneal.

Das Ergebnis war folgendes:

Es wurden festgestellt:

allgemeine Tuberkulose	bei	1	Huhn	(H. 202)
Tuberkulose der Lungen, Leber und Milz . . .	„	1	„	(H. 213)
Tuberkulose der Leber, Milz und des Darmes . .	„	1	„	(H. 113)
Knötchen in der Lunge (ohne Tuberkelbazillen) .	„	1	„	(H. 193)
„ „ „ Leber („ „) .	„	1	„	(H. 215)

Was zunächst den Fall mit allgemeiner Tuberkulose betrifft, so ist dieser an anderer Stelle besprochen (vergl. Tabelle XII, S. 650—651).

Aus dem Huhn 113 wurde ein Tuberkelbazillenstamm gewonnen, der sich bei weiterer Prüfung sowohl in kultureller Hinsicht als auch hinsichtlich der Pathogenität wie eine Hühnerkultur verhielt (vergl. Tabelle IV, S. 638—639). Das Huhn 113 war mit Organmaterial von Kaninchen 336 intravenös geimpft worden. Die aus diesem Kaninchen gezüchtete Reinkultur besaß in kultureller Hinsicht die Merkmale der Originalkultur, mit der das Huhn 54 geimpft worden war, und es zeigte sich auch ein aus diesem Kaninchen intraperitoneal und ein weiteres aus Organmaterial von diesem subkutan geimpftes Meerschweinchen mit generalisierter Tuberkulose behaftet. Der Annahme, daß der benützte Kulturstamm, der nach dem Verweilen im Kaninchenkörper seine ursprünglichen Eigenschaften unverfälscht bewahrt hatte, im Körper des Huhnes 113 plötzlich eine Umwandlung in den Typus gallinaceus erfahren haben soll, steht der bei diesem Huhn vorgefundene pathologisch-anatomische Befund entgegen. Würde es sich um eine infolge der Impfung entstandene Tuberkulose gehandelt haben, so hätten bei dem intravenös geimpften Huhn in erster Linie die Lungen ergriffen sein müssen. Diese waren aber vollständig frei und betroffen waren vor allem der Darm, die Leber und die Milz, also Organe, die bei der spontanen Hühnertuberkulose erkrankt befunden werden. Es hieße den Tatsachen Zwang antun, würde man die bei Huhn 113 vorgefundene Tuberkulose anders deuten wollen, denn als eine auf spontanem Wege entstandene Infektion.

Das Huhn 213 (vergl. Tabelle XII, S. 652) wurde mit Material von Kaninchen 1391 geimpft, das mit einer Organ-Emulsion von Huhn 208 infiziert worden war. Das Huhn 208 war an Geflügeltuberkulose erkrankt. Dieser Fall ist auf Seite 626 besprochen worden.

D. Impfung von Hühnern nach vorausgegangener Kaninchen-Huhn- oder Kaninchen-Tauben-Passage.

Hierher gehören 7 Hühner. 2 von ihnen (Nr. 153 und 154) sind mit Kultur-, die übrigen mit Organmaterial geimpft worden.

Bei 3 Hühnern (Nr. 148, 153, 168) erfolgte die Infektion intravenös, bei den 4 übrigen (Nr. 74, 75, 154, 214) per os.

Von den 7 Hühnern zeigten bei der Sektion:

1 Huhn (Nr. 168) Tuberkulose der Lungen,

1 „ (Nr. 153) makroskopisch keine Tuberkulose, jedoch mikroskopisch Tuberkelbazillen in der Leber, Milz und Lunge.

5 Hühner zeigten weder makroskopisch noch mikroskopisch Tuberkulose.

Tabelle 6. Nach vorausgegangener Kaninchen-Huhn- oder Kaninchen-Tauben-Passage geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstiers	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
1	Huhn 214	Rind I	Lungen von Huhn 205	per os	28. 11.	† 28. 12.	Keine tuberkulösen Veränderungen	—
2	Huhn 148	„ III	Verreibung von Milz u. Leber von Huhn 132	iv.	10. 12.	† 15. 3.	Desgl.	—
3	Huhn 74	„ IIIa	$^1/_2$ Lunge von Huhn 59	per os	21. 8.	† 21. 9.	„	—
4	Huhn 75	„ IIIa	Desgl.	„	21. 8.	† 21. 9.	„	—
5	Huhn 168	„ IX	Verreibung von Lunge von Taube 24	iv.	18. 2.	† 29. 4.	Tuberkulose der Lungen	+
6	Huhn 153	Pferd (Stettin)	Glyzerin-Serumkultur von Huhn 20	„	3. 1.	† 14. 1.	Keine tuberkulösen Veränderungen	+ in Leber, Milz, Lunge
7	Huhn 154	Desgl.	Desgl.	per os	3. 1.	† 18. 2.	Desgl.	—

E. Impfung von Hühnern nach vorausgegangener Kaninchen-Huhn-Kaninchen-Passage oder Kaninchen-Taube-Kaninchen-Passage.

Dieser Versuchsreihe sind 15 Hühner beizuzählen. Die Impfung wurde mit der in schon mehrfach erwähnter Weise hergestellten Organverreibung bei 8 Hühnern intravenös, bei 4 Hühnern intraperitoneal und bei 2 Hühnern intratracheal vorgenommen. 1 Huhn (Nr. 206) wurde mit Kultur intravenös geimpft.

Tabelle 7. Nach vorausgegangener Kaninchen-Huhn-Kaninchen- oder Kaninchen-Taube-Kaninchen-Passage geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstiers	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes (†) oder der Tötung (get.)	Kurze Angabe über den Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund
1	Huhn 188	Rind I	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 1213	iv.	6. 5.	† 6. 6.	Keine Tuberkulose	—
2	Huhn 216	„ I	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1331	„	9. 12.	† 22. 2.	Desgl.	—
3	Huhn 28	„ IIIa	Verreibung von Lunge von Kaninchen 157	ip.	20. 11.	† 16. 1.	Tuberkulose der Leber, Lunge, Milz	+
4	Huhn 65	„ IIIa	Desgl.	itrach.	20. 11.	† 15. 12.	Keine Tuberkulose	—
5	Huhn 172	„ IIIb	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 287	iv.	1. 3.	get. 27. 7.	Desgl.	—
6	Huhn 206	„ IIIb	Glyzerin Serumkultur von Kaninchen 287	„	3. 8.	† 12. 10.	Tuberkulose der Lungen	+ in der Lunge u. Leber
7	Huhn 196	„ IIIb	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1272	„	14. 7.	get. 21. 2.	2 Knötchen in der rechten Lunge	+ in Lunge
8	Huhn 179	„ VI	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 1094	„	8. 4.	get. 28. 7.	Keine Tuberkulose	—
9	Huhn 178	„ VII	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 1088	„	20. 3.	† 3. 4.	Desgl.	—
10	Huhn 201	„ VII	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1262	„	17. 7.	† 2. 9.	Desgl.	—
11	Huhn 180	„ IX	Verreibung von Milz und Lymphknoten von Kaninchen 1042	ip.	8. 4.	† 7. 6.	Keine Tuberkulose, Abmagerung	—
12	Huhn 195	„ IX	Verreibung von Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1257	iv.	10. 7.	† 4. 8.	Keine tuberkulösen Veränderungen	+ in Lunge, Leber u. Milz
13	Huhn 218	„ IX	Verreibung von Niere von Kaninchen 1439	ip.	5. 1.	† 19. 1.	Keine Tuberkulose	—
14	Huhn 128	Pferd (Flensburg)	Verreibung von Lymphknoten von Kaninchen 374	„	15. 11.	† 16. 12.	Desgl.	+ in der Leber u. Milz
15	Huhn 129	Pferd (Flensburg)	Desgl.	itrach.	15. 11.	† 19. 12.	Desgl.	—

Das Ergebnis der Impfung war folgendes:

Von den 15 Hühnern wiesen auf:

1 Huhn (H. 28) Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz,

2 Hühner (H. 206 und 196) Tuberkulose der Lungen,

12 Hühner waren makroskopisch frei von Tuberkulose; bei 2 von ihnen (H. 128 und 195) wurden mikroskopisch Tuberkelbazillen in Leber und Milz bezw. in Lunge, Leber und Milz nachgewiesen.

Der Befund bei dem intraperitoneal geimpften Huhn 28 (vergl. Tabelle III, S. 636 bis 637) bietet ein besonderes Interesse. Das Tier war bei seinem 2 Monate nach der Impfung erfolgten Tode hochgradig abgemagert. Die rechte Hälfte der Leber war bedeutend vergrößert. In der Mitte des rechten Leberlappens fand sich ein bindegewebiger Herd vom Umfang eines 10-Pfennigstücks, in dessen Umgebung das Lebergewebe in eine derbe, trockene, gelb-käsige Gewebsmasse umgewandelt war. Diese Veränderung erstreckte sich ungefähr 1 cm in die Tiefe des Organs. Im übrigen fanden sich im Lebergewebe zerstreut einige kleinere, trockene, verkäste gelbe Herde im rechten, sowie weitere (8—10) von der Größe eines Hanfkorns bis zu der einer Haselnuß im linken Leberlappen. Die Nieren und der Darm waren frei von Veränderungen. Der rechte Hauptlappen der Lunge enthielt einen von derber Bindegewebskapsel umgebenen trockenen, gelben, verkästen Herd in Erbsengröße. In den aus dem Lungenherd, der Leber und der Milz hergestellten Ausstrichpräparaten fand sich eine ziemlich große Zahl von gleichmäßig gefärbten, schlanken Tuberkelbazillen.

Die aus der Leber von Huhn 28 auf Glyzerin-Serum angelegten Kulturen zeigten nach etwa 4 Wochen zahlreiche feinste, pünktchenförmige Kolonien. Im gefärbten Ausstrich aus diesen Kolonien waren die Tuberkelbazillen gleichmäßig über das Gesichtsfeld verteilt. Im Verlaufe der weiteren Züchtung wurden Kulturen gewonnen, die ein Wachstum in Gestalt eines gleichmäßigen, schmierigen Belags zu erkennen gaben. Nach seinem kulturellen Verhalten war demnach der aus dem Huhn 28 gewonnene Tuberkelbazillenstamm dem Typus gallinaceus zuzurechnen. Die pathogene Wirkung dieses Stammes entsprach auch ganz der von Hühnertuberkelbazillen, wie aus der auf Seite 637 gegebenen Zusammenstellung und Übersicht (Tabelle von Rind IIIa) hervorgeht. Denn sowohl nach der Verimpfung und Verfütterung von Organmaterial als auch nach der Verfütterung einer Reinkultur aus Huhn 28 bildete sich bei den zu den Übertragungsversuchen benutzten Hühnern eine typische Hühnertuberkulose aus; entsprechende Impfungen an Kaninchen und Meerschweinchen bestärkten die Auffassung, daß es sich um Hühnertuberkulose handelte.

Erwähnt mag noch werden, daß bei Huhn 195 (vergl. Tabelle X, S. 648) in der Milz, in den Lungen und in der Leber Tuberkelbazillen gefunden wurden, ohne daß diese Organe pathologische Veränderungen zeigten. Die subkutane Übertragung einer Milzverreibung dieses Huhnes löste bei einem Meerschweinchen generalisierte Tuberkulose aus. Dieses Impfergebnis läßt darauf schließen, daß die in der Milz des Huhnes 195 enthaltenen Tuberkelbazillen den Säugetiertypus bewahrt hatten.

F. Impfung von Hühnern nach vorausgegangener Huhn-Kaninchen-Huhn-Passage.

Hierher sind 6 Hühner zu zählen:

3 intravenös (Huhn 69, 207, 210) und 3 per os (Huhn 39, 60, 209) infizierte. 2 Hühner (Nr. 60 und 207) wurden mit Kultur-, die übrigen 4 mit Organmaterial infiziert.

Von ihnen wiesen bei der Sektion auf:

1 Huhn (Nr. 60) Tuberkulose der Leber, Milz, Lungen und des Darmes,
1 „ (Nr. 69) Tuberkulose der Leber, Milz, Lungen,
3 Hühner (Nr. 207, 209, 210) Tuberkulose der Leber und Milz,
1 Huhn (Nr. 39) Tuberkulose des Darmes.

Die Hühner Nr. 39, 60, 69 gehören einer ersten, die Hühner 207, 209, 210 einer zweiten Versuchsreihe an. Bei allen 6 Hühnern handelte es sich um eine durch Hühnertuberkelbazillen verursachte Tuberkulose (vergl. Tabelle zu Rind IIIa S. 636 bis 637 und Pferd „Stettin" S. 640—641).

Tabelle 8. Nach vorausgegangener Huhn-Kaninchen-Huhn-Passage geimpfte Hühner.

Laufende Nr.	Bezeichnung des Versuchstieres	Herkunft des Ausgangsmaterials	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Sektionsbefund	Mikroskopischer Befund	Typus der gewonnenen Reinkultur
1	Huhn 39	Rind IIIa	Leber und Milz von Huhn 28	per os	18. 1.	† 27. 6.	Im Darm zahlreiche verkäste Knötchen	+ Darm	—
2	Huhn 69	„ IIIa	Verreibung von Leber von Huhn 28	iv.	17. 1.	† 10. 3.	Tuberkulose der Leber, Milz und Lungen	+	Typus gallinaceus
3	Huhn 60	„ IIIa	1 Glyzerin-Serumkultur von Huhn 28	per os	15. 4.	† 28. 9.	Tuberkulose von Leber, Milz, Lungen, Darm	+	—
4	Huhn 207	Pferd (Stettin)	1 Glyzerin-Serumkultur von Huhn 113	iv.	19. 8.	† 10. 11.	Tuberkulose von Milz und Leber	+ in Milz, Leber, Lunge	Typus gallinaceus
5	Huhn 209	Desgl.	Leber und Teil der Milz von Huhn 207	per os	12. 9.	† 9. 10.	Desgl.	+	Desgl.
6	Huhn 210	Desgl.	Verreibung von Milz von Huhn 207	iv.	12. 9.	† 28. 9.	Desgl.	+	—

Wie aus vorstehenden Versuchen hervorgeht, ist es uns bei Einhaltung der von O. Bang angegebenen Versuchsbedingungen nicht gelungen, eine Umwandlung von Säugetiertuberkelbazillen in Hühnertuberkelbazillen zu erzielen. Selbst durch Steigerung der Versuchsbedingungen, die einer solchen Umwandlung förderlich sein sollen, gelang es uns nicht, sie herbeizuführen. Wir halten danach den Beweis für die Möglichkeit einer derartigen Umwandlung nach wie vor nicht für erbracht.

Gesamtübersicht über die infizierten Hühner.

	Infiziert wurden						Davon zeigten								
	intravenös	intraperitoneal	intratracheal und per inhalationem	subkutan	per os	insgesamt	Tuberkulose der Lungen, Leber, Milz und des Darmes	Tuberkulose der Lungen, Leber und Milz	Tuberkulose der Leber, Milz und des Darmes	Tuberkulose der Leber und Milz	Tuberkulose der Lungen	Tuberkulose des Darmes oder des Magens	Makroskopisch keine Tuberkulose, jedoch mikroskopisch Tuberkelbazillen	Weder makroskopisch noch mikroskopisch Tuberkulose, jedoch Tuberkelbazillen im Tierversuch	Weder makroskopisch noch mikroskopisch Tuberkulose
Mit Reinkulturen von Säugetiertuberkelbazillen	11	4	13	—	18	46	1	1	—	—	5	1	3	2	34
Mit tub. Organmaterial (Ursprungsmaterial)	2	—	—	—	6	8	—	—	—	—	—	—	—	—	8
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Kaninchen-Passage	23	10	7	—	2	42	1	2	—	—	2	—	5	—	32
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Huhn-Passage	1	—	1	4	3	9	1	1	—	—	—	—	—	—	7
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Huhn-Kan.-Passage	12	1	1	—	—	14	1	1	1	—	—	—	—	—	11
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Kan.-Huhn Passage	3	—	—	—	4	7	—	—	—	—	1	—	1	—	5
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Kan.-Huhn-Kan.-Passage	9	4	2	—	—	15	—	1	—	—	2	—	2	—	10
Mit tuberkulösem Organmaterial nach Huhn-Kan.-Huhn-Passage	3	—	—	—	3	6	1	1	—	3	—	1	—	—	—
Zusammen	64	19	24	4	36	147	5	7	1	3	10	2	11	2	107

An-

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes
Kuh 1	Huhn 6	Reinkultur aus Kuh 1 (Typ. bov.) 0,01 g	iv.	17. 5. 09	get. 6. 9. 09
	„ 24	Emulsion aus kastaniengroßem Stück Lunge von Huhn 6 mit 10,0 NaCl-Lösung 2 ccm	sk.	6. 9. 09	† 6. 10. 09
	„ 25	Rechte Lunge von Huhn 6	per os	6. 9. 09	† 5. 11. 09
	Meerschweinchen 1	Desgl.	sk.	6. 9. 09	get. 9. 12. 09

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes
Rind II	Huhn, weiß	Reinkultur aus Rind II (Typ. bov.) 0,005 g	iv.	5. 5. 09	† 29. 5. 09
	Kaninchen 1010	Tuberkelbazillenhaltige Masse von der Impfstelle des vorgenannten Huhns, verrieben mit 3,0 NaCl-Lösung; davon 1 ccm	sk.	29. 5. 09	† 25. 9. 09
	Hahn 73	Emulsion aus je einem erbsengroßen Stück Lungen und Nieren mit 3,0 NaCl-Lösung	intratracheal	25. 9. 09	† 16. 12. 09
	Huhn I	Wie Kaninchen 1010 1 ccm	iv.	29. 5. 09	get. 3. 9. 09.
	Meerschweinchen 1611	Desgl. 0,5 ccm	sk.	29. 5. 09	† 24. 6. 09

hang.

I.

Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Graphische Darstellung des Falles
Kadaver abgemagert. In beiden Lungen viele grauweiße durchscheinende Knötch. u. solche mit opakem Zentrum. An den übrigen Organen keine tuberkulösen Veränderungen	Im Ausstrich aus den Knötchen in Haufen beisammenliegende und zu Schollen verklebte Tuberkelbazillen; viele befinden sich im Zeichen des Zerfalls	Reinkultur aus Kuh I iv. Huhn 6 + sk. / per os / sk. Huhn 24 — Huhn 25 — Meerschweinchen 1 +
Kadaver gut genährt. An keinem Organ tuberkulöse Veränderungen	—	
Das Huhn ist an Diphtherie gestorben. An keinem Organ tuberkulöse Veränderungen.	—	
Generalisierte Impftuberkulose	—	

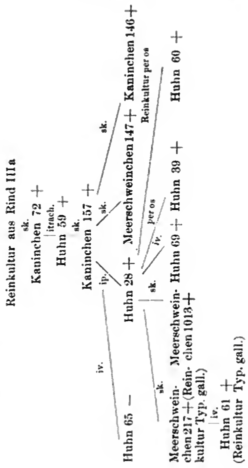
II.

Diphtherie; tuberkulöse Veränderungen an den inneren Organen nicht vorhanden. An der Impfstelle ein erbsengroßes Stück von einer graugelben trockenen Masse, die sehr zahlreiche Tuberkelbazillen enthält	— Tuberkelbazillen nur in Ausstrichen von der Impfstelle	Reinkultur aus Rind II iv. Huhn (weiß) + iv. / sk. / sk. Huhn I — Meerschweinchen 1611 + Kaninchen 1010 + itrach. Hahn 73 —
Generalisierte Tuberkulose	+	
Diphtherie. An keinem Organ tuberkulöse Veränderungen	—	
Kadaver gut genährt. In keinem Organ sind tuberkulöse Veränderungen nachweisbar	—	
Generalisierte Tuberkulose	+	

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes
Rind IIIa	Kaninchen 72	Reinkultur aus Rind IIIa (Typ. bov.) 0,01 g	sk.	18. 5. 09	† 19. 7. 09
	Huhn 59	Emulsion aus Lunge und Niere von Kaninchen 72	itrach.	16. 7. 09	† 18. 8. 09
	Kaninchen 157	Emulsion aus Lunge von Huhn 59. 2 ccm	sk.	21. 8. 09	† 28. 11. 09
	Huhn 65	Emulsion aus Lunge von Kaninchen 157. 1 ccm	iv. u. itrach.	20. 11. 09	† 15. 12. 09
	Huhn 28	Emulsion aus Lunge von Kaninchen 157	ip.	20. 11. 09	† 16. 1. 10
	Meerschweinchen 147	Wie Huhn 28 1 ccm	sk.	20. 11. 09	† 6. 1. 10
	Kaninchen 146	Desgl. 1 ccm	„	20. 11. 09	get. 13. 1. 10
	Huhn 39	Leber und Milz von Huhn 28	per os	18. 1. 10	get. 27. 6. 10
	Huhn 69	Emulsion aus Leber von Huhn 28 2 ccm	iv.	17. 1. 10	† 10. 3. 10
	Meerschweinchen 1013	Emulsion aus Leber von Huhn 28 1 ccm	sk.	17. 1. 10	get. 14. 5. 10

III.

Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht über den Passage-Versuch
Generalisierte Impftuberkulose	+		
Kadaver abgemagert. In den Lungen bis stecknadelkopfgroße, grauweiße Knötchen. Die übrigen Organe frei von Veränderungen	In den tuberkulösen Knötchen der Lunge viele in Zerfall begriffene Tuberkelbazillen		
Generalisierte Impftuberkulose	+		
Hochgradige Abmagerung. Fremdkörperpneumonie	—		
Kadaver abgemagert. In der Milz etwa 10 stecknadelkopfgroße, harte, gelbe Knötchen. Rechte Leberhälfte bedeutend größer als die linke. In der Mitte der Parietalfläche des rechten Leberlappens ein etwa 1markstückgroßer Herd, in dessen Bereich das Lebergewebe in eine derbe, gelbe, trockene, käsige Masse umgewandelt ist. Diese Veränderungen erstrecken sich ungefähr 1½ cm in die Tiefe. In der Umgebung dieses Herdes befindet sich das Lebergewebe im Zustande der hämorrhagischen Nekrose. Im übrigen finden sich in der stark geschwollenen, rechten Leberhälfte verschiedene kleinere, trockene, verkäste, gelbe Herde bis zu Linsengröße. Ebensolche, bis zu Erbsengröße, finden sich in der Zahl von 8—10 im linken Leberlappen. — Am kaudalen Ende des rechten Hauptlappens der Lunge ein erbsengroßer, trockener, gelber, verkäster Herd, der von einer dicken Bindegewebskapsel umgeben ist. Die übrigen Organe, insbesondere der Darm, sind frei von Veränderungen.	Im Ausstrich aus Leber, Milz, Lunge ziemlich viele, gleichmäßig gefärbte Tuberkelbazillen	Reinkultur aus Leber verhielt sich wie Kultur von Hühner-Tuberkelbazillen. Eine Glyzerin-Serumkultur per os an Huhn 60 am 15. 4. 10 verimpft, tötete am 28. 9. 10. Kadav. stark abgemagert. Hochgradige Tuberkulose des Darmes, der Leber, Milz, Lungen	
Generalisierte Impftuberkulose	+	—	
Desgl.	+	—	
In Lunge, Leber, Milz keine makroskopischen Veränderungen. Im Darm sehr zahlreiche, stecknadelkopfgroße, verkäste Knötchen	+	—	
Kadaver stark abgemagert. Leber dicht besetzt mit unzähligen, hirsekorngroßen, grauweißen und graugelben Knötchen, ebenso Milz und Lunge. Im Darm an verschiedenen Stellen hämorrhagische Entzündung. Schwellung der Payerschen Plaques	+	Reinkultur aus Leber und Milz wie Typus gallinaceus	
Im linken Kniefaltenlymphknochen ein hanfkorngroßes, gelbes, verkästes Knötchen; sonst keine Veränderungen	+ (im Ausstrich aus dem verkästen Lymphknoten)		

Tabelle

Fall	Impf-tier	Impf-material und Impf-menge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen
Rind IIIa	Meerschweinchen 217	Emulsion aus Leber von Huhn 28 1 ccm	sc.	17. 1. 10	get. 28. 2. 10	An der Impfstelle ein kirschkerngroßer Abszeß. Linker Darmbein- und Kniefaltenlymphknoten markig geschwollen, im letzteren ein hanfkorngroßer käsiger Herd. Im Darm, in der Milz und den Nieren keine makroskopischen Veränderungen. Im portalen Lymphknoten ein stecknadelkopfgroßer gelber Herd. In der Leber einige zerstreute, gelbbraune Herde. Bronchiale Lymphknoten markig geschwollen mit einem hirsekorngroßen, verkästen Herd. In den Lungen zahlreiche, graue, opake Stellen	+	Reinkultur aus Kniefaltenlymphknoten. Wie Typ. gall.

Tabelle

Fall	Impf-tier	Impf-material und Impf-menge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Stettin (Pferde-Tuberkulose)	Huhn 54	Glyzerin-Bouillon-kultur aus Pferd Stettin 0,02 g	iv.	11. 12. 09	get. 22. 6. 10	An keinem Organ sind tuberkulöse Veränderungen wahrnehmbar	In den Lungen sehr zahlreiche, gut gefärbte, kurze säurefeste Stäbchen		
	Huhn 58	Emulsion aus Lunge von Huhn 54 0,5 ccm	itrach.	22. 6. 10	get. 2. 12. 10	Negativ	—		
	Kaninchen 336	Desgl. 1,5 ccm	sk.	22. 6. 10	get. 5. 9. 10	Tuberkulose der Bug- und Kniefaltenlymphknoten sowie der Lungen	+	Kniefaltenlymphknoten	Wie Ausgangskultur
	Huhn 113	Emulsion aus Lunge und tuberkulösen Lymphknoten von Kaninchen 336 1 ccm	iv.	5. 9. 10	† 2. 1. 11	Sehr stark abgemagert. In der Leber sehr zahlreiche, hirsekorngroße, gelbweiße Knötch., ebensolche in der kaum vergrößerten Milz. In der Schleimhaut des Leer- u. Hüftdarms sehr viele, kleinste, punktförmige, gelbweiße Knötchen. Lungen ohne makroskopische Veränderungen	In Milz und Leber sehr viele, einzeln u. in Haufen liegende, in der Lunge u. dem Darm keine Tuberkelbazillen	Leber	Gleichmäßiger grauweißer, schmieriger Belag wie bei Kulturen v. Typus gallinaceus

III (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen
Rind IIIa	Huhn 61	Glyzerin-Serumkultur von Meerschweinchen 217	iv.	15. 4. 10	† 20. 5. 10	Kadaver stark abgemagert. Leber erhebl. vergrößert, parenchymatöse Degeneration. Milz geschwollen; Follikel treten deutlich hervor. An den Lungen keine Veränderungen. Hämorrhagische Entzündung des Darms	+	Reinkultur aus Leber und Milz. Wie Typus gall.

IV.

Wachstum auf Glyzerin-Bouillon	Reinkultur verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Übersicht über den Passageversuch
Wie Ausgangskultur						Glyzerin-Bouillonkultur von Pferd Stettin | iv. Huhn 54 + itrach. ↙ | sk. Huh 58 — Kan. 336 + (Kult. = Orig.-Stamm) | iv. Huhn 113 + (Kultur = Geflügeltuberkulose) sk. ↙ | sk. ↘ sk. Kan. 1354 — Meerschw. 1355 — Meerschw. 1044 + (Tuberkulose der Impfstelle) iv. | Huhn 207 + iv. | ↘ per os Huhn 210 + Huhn 209 + (Kult. = Gefl.-Tub.)
	Kaninchen 1354	$^{1}/_{2}$ Glyzerin-Serumkultur von Huhn 113 sc.	3. 8. 11	get. 20. 2. 12	Keine Spur von Tuberkulose	
	Meerschweinchen 1355	Desgl.	3. 8. 11	get. 25. 11. 11	Desgl.	

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus
Stettin (Pferde-Tuberkulose)	Meerschweinchen 1044	Emulsion aus Leber von Huhn 113 1 ccm	sk.	2. 1. 11	get. 2. 2. 11	An der Impfstelle ein abgekapselter Abszeß mit gelbweißem breiigem Inhalt. Die korrespondierenden Lymphknoten unverändert	Im Ausstrich aus Abszeßinhalt ziemlich viele Tuberkelbazillen	Milz von Huhn 207

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Stettin (Pferde-Tuberkulose)	Huhn 209	Milz und Leber von Huhn 207	gefüttert	12.9.11	† 9.10.11	Kadaver abgemagert. In keinem Organ tuberkulöse Veränderungen. Milz und Leber vergrößert	In der Milz sehr viele, einzeln liegende Tuberkelbazillen	Leber	Wie Hühner-Tuberkelbazillen

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes bezw. der Tötung
Flensburg (Pferde-Tuberkulose)	Kaninchen 1046	Glyzerin-Serumkultur aus Pferd Flensburg	sk.	9. 5. 10	get. 22. 8. 10
	Huhn 101	Emulsion aus Lunge und Niere von Kaninchen 1046 1 ccm	iv.	22. 8. 10	† 19. 9. 10
	Kaninchen 374	Emulsion aus Lunge und Milz von Huhn 101 1 ccm	sk.	19. 9. 10	† 15. 11. 10
	Huhn 128	Emulsion aus tuberkulösem Achsellymphknoten von Kaninchen 374	ip.	15. 11. 10	† 16. 12. 10
	Kaninchen 816	Emulsion aus Leber von Huhn 128 1 ccm	sk.	17. 12. 10	get. 12. 4. 11
	Huhn 181	Emulsion aus tuberkulöser Niere von Kaninchen 816 1 ccm	iv.	12. 4. 11	get. 29. 7. 11

IV (Fortsetzung).

Wachstum auf Glyzerin-Serum	Reinkultur verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund
Wie Kultur von Hühner-Tuberkelbazillen	Huhn 207	1 Glyzerin-Serumkultur von Huhn 113, aufgeschwemmt mit 2 ccm NaCl-Lösung sk.	19. 8. 11	† 10. 9. 11	In den Lungen keine sichtbaren Veränderungen, Milz erheblich vergrößert, Follikel geschwollen. Leber vergrößert; in der Leber zahlreiche gelbe, unregelmäßige Flecke. Im Ausstrich aus Milz, Leber und Lunge zahlreiche, einzeln und in Haufen liegende Tuberkelbazillen

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes oder der Tötung	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Stettin (Pferde-Tuberkulose)	Huhn 210	Erbsengroßes Stück. Milz, zerrieben mit 3 ccm NaCl-Lösung 1 ccm	iv.	12. 9. 11	† 28. 9. 11	Kadaver abgemagert. Milz u. Leber erheblich geschwollen	+ (in Milz und Leber)

V.

Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum	Wachstum auf Glyzerin Bouillon	Übersicht über den Passage-Versuch
Generalisierte Tuberkulose	+				Glyzerin-Serumkultur von Pferd Flensburg |sk. Kaninchen 1046 + |iv. |ip. Huhn 101 + Huhn 102 — (Kultur = Originalstamm) |sk. Kaninchen 374 + (Kultur = Originalstamm) |ip. Huhn 128 + (Kultur = Originalstamm) |sk. Kaninchen 816 + (Kultur = Originalstamm) |iv. Huhn 181 —
Kadaver abgemagert, ohne tuberkulöse Veränderungen	In Lunge, Milz und Leber ziemlich viele Tuberkelbazillen	Milz	Wie Typus bovinus	Wie Originalstamm	
Generalisierte Tuberkulose	+	Achsellymphknoten	Desgl.	Desgl.	
An keinem Organ tuberkulöse Veränderungen	+ (in Milz und Leber)	Leber	Wie Ausgangskultur	„	
Generalisierte Tuberkulose	+	Niere	Desgl.	„	
Nährzustand sehr gut. An den innern Organen keine tuberkulösen Veränderungen	Im Ausstrich aus Lunge, Leber, Milz keine Tuberkelbazillen				

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes od. d. Tötung	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkulturgewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum	Wachstum auf Glyzerin-Bouillon
Stettin (Pferdetuberkulose)	Kaninchen 140	Glyzerin-Serum-Bouillonkultur 0,01 g	sk.	2.12. 09	get. 18. 4. 10	Tuberkulose des linken Kniefaltenlymphknotens und beider Lungen.	+			
	Huhn 20	Emulsion aus erbsengroßem Stück der Lunge von Kaninchen 140 1 ccm	iv.	28.4. 10	† 19. 5. 10	Tod durch Verblutung in die Bauchhöhle. Am Eierstock eine etwa walnußgroße geschwulstartige Neubildung. In den Lungen, der Leber und Milz grauweiße Knötchen.	In den Lungen, der Leber und Milz vereinzelte Tuberkelbazillen.	Aus Leber und Milz	Dicker, grauweißer, trockener Belag.	Ein dickes, borkiges Häutch., das sich rasch über die Nährbodenoberfläche ausbreitet.
	Meerschweinchen 1054	Emulsion aus Leber u. Milz von Huhn 20 1 ccm	sk.	20.5. 10	get. 23. 8. 10	Tuberkulose der Lymphknoten der Impfseite, ferner der Milz, Leber u. Lungen.	In Lymphknoten u. inneren Organen vereinzelte Tuberkelbazillen.	Aus Lymphknoten	Dicker, grauweißer, borkiger, trockener Belag.	
	Kaninchen 1053	Desgl.	sk.	20.5. 10	† 2. 6. 10	Negativ (Todesursache nicht festzustellen)	—			
	Kaninchen 1130	Emulsion aus Lunge von Taube 68 1,5 ccm	sk.	28.2. 11	get. 12. 7. 11	Negativ	—			

Tabelle VII.

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Übersicht des Passageversuchs
Bremen II (Pferdetuberkulose)	Kaninchen 1081	Emulsion aus Milz und Lymphknoten von tuberkulösem Meerschweinchen, geimpft mit Organmaterial v. Pferd Bremen II	sk.	15.6.	get. 30.8.	Generalisierte Tuberkulose.	+	Kaninchen 1081 + iv. ip. Huhn 106 — Huhn 107 —

VI.

Reinkultur verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Übersicht des Passageversuchs
Glyzerin-Bonillon-Reinkultur verfüttert an Huhn 154.	7,5 ccm einer Verreibung der Glyzerin-Bouillon-Reinkultnr mit 10,0 NaCl-Lösung.	3. 1. 11	† 18. 2. 11	Negativ	Glyzerin-Serum-Bouillon-Kultur von Pferd Stettin sk. Kaninchen 140 + iv. Huhn 20 (Kultur = Originalstamm) sk. → Meerschw. 1054 + (Kult. = Orig.-Stamm) iv. → Huhn 153 — per os → Huhn 154 — itrach. → Taube 68 + sk. → Kaninchen 1130 — Kaninchen 1053 —
Dieselbe Knltur intravenös verimpft an Huhn 153.	1,5 ccm	3. 1. 11	† 13. bis 14. 1. 11	Kadaver abgemagert. An den inneren Organen keine makroskopischen Veränderungen. In der Milz, den Lungen und der Leber finden sich Tuberkelbazillen, die sehr stark im Zerfall begriffen sind.	
Dieselbe Kultur intratracheal verimpft an Taube 68.	1,0 ccm	3. 1. 11	† 27. 2. 11	Eitrige Bauchfellentzündung. Im hintern Abschnitt der linken Lunge ein dunkelrotgrauer hepatisierter Herd. In Ausstrichen aus diesem Herd massenhaft gut erhaltene und gleichmäßig gefärbte Tuberkelbazillen.	

Tabelle VII (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Bremen II (Pferdetuberknlose)	Hnhn 106	Emulsion aus Milz, Nieren und Lymphknoten von Kaninchen 1081 1,0 ccm	iv.	30.8.	† 21. 1.	Keine Tuberkulose	—
	Huhn 107	Desgl.	ip.	30.8.	get. 2. 2.	Desgl.	—

Tabelle VIII.

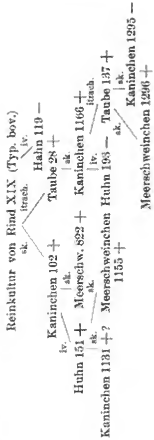
Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Übersicht des Passageversuchs
Rind XIX	Kaninchen 102	Glyzerin-Serumkultur vom Rind ($^3/_4$ der Kultur, abgeschwemmt mit 10,0 Na-Cl-Lösung) 1 ccm	sk.	9. 9.	† 30.9.	Generalisierte Impftuberkulose.	+	
	Huhn 151	Lymphknoten- + Nieren-Emulsion von Kaninchen 102 1,0 ccm	iv.	17.12.	† 18.2.	Hochgradig abgemagert. An den inneren Organen makroskopisch keine Tuberkulose.	Im Ausstrich aus Milz und Leber keine, aus Lunge ziemlich viele, gut gefärbte Tuberkelbazillen. Sie liegen zerstreut und sind ziemlich dick.	
	Kaninchen 1131	Emulsion aus Lunge von Huhn 151 1,0 ccm	sk.	18. 2.	get. 14.6.	An der Impfstelle keine tuberkulösen Veränderungen. Rechter Kniefaltenlymphknoten verkäst. Im übrigen keine Spur von Tuberkulose an den Lymphknoten und Organen mit Ausnahme der Lungen, die hochgradig tuberkulös sind. (Der Befund läßt Zweifel entstehen, ob die Tuberkulose auf die Impfung zurückzuführen ist).	+	
	Meerschweinchen 1155	Desgl. 1,0 ccm	sk.	18. 2.	† 13.3.	Tuberkulose der Achsel-, Kniefalten-, Sakral-, Bronchial-, Sternallymphknoten. In Milz, Leber, Lunge keine Tuberkulose.	+	

Tabelle VIII (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer und kultureller Befund
Rind XIX	Hahn 119	Wie Kaninchen 102 1 ccm	iv.	9. 9.	† 7. 12.	Nährzustand sehr schlecht. In der Schleimhaut des Blinddarmgrundes zahlreiche, hirsekorngroße, gelbweiße Knötchen. Sonst nirgends Veränderungen.	Im Ausstrich aus Lunge, Leber und Darmknötchen keine Tuberkelbazillen.
	Taube 28	Wie Hahn 119 1 ccm	intratracheal	9. 9.	get. 2. 3.	Linke Lunge intakt. Gewebe der rechten Lunge mit Ausnahme einiger kleiner, peripherer, normal aussehender Abschnitte umgewandelt in eine gleichmäßige, grauröt., einheitliche, speckige Masse. An den übrig. Organen keine Veränderungen.	In der Milz keine, im hepatisierten Lungenabschnitt sehr viele Tuberkelbazillen, die gut und gleichmäßig gefärbt sind. — Reinkultur aus Lunge. Mattgrauer, dünner, trockener, glanzloser Belag. Wie Typus bovinus.
	Kaninchen 1166	Emulsion aus Lunge der Taube 28: Ein haselnußgroßes Stück der hepatisierten Lunge, verrieben mit 5,0 Na-Cl-Lösung. 1,0 ccm	sk.	2. 3.	† 20. 5.	Generalisierte Impftuberkulose.	+
	Huhn 193	Emulsion aus 2haselnußgroßen Stückchen der Niere von Kaninchen 1166, verrieben mit 3,0 ccm NaCl-Lösung, 1 ccm.	iv.	20. 5.	get. 23. 8.	Nährzustand sehr gut. An der Dorsalfläche der linken Lunge spärliche, graue, durchscheinende, punktförmige Knötchen. An den übrigen Organen keine Veränderungen.	In Milz, Lunge, Leber keine Tuberkelbazillen.
	Taube 137	Emulsion aus 2haselnußgroßen Stückchen der Niere von Kaninchen 1166 1,0 ccm	intratracheal	10. 5.	† 26. 6.	Peritonitis fibrinosa. Am kaudalen Abschnitt der rechten Lunge eine erbsengroße, graue Stelle, die teilweise luftleer ist. Die übrigen Teile der Lungen hellrosafarben, gut lufthaltig. An den übrigen Organen keine Veränderungen.	+
	Kaninchen 1295	Emulsion aus einem erbsengroßen Stück der Lunge der Taube 137	sk.	26. 6.	† 27./28. 6.	Interkurrent eingegangen.	
	Meerschweinchen 1296	Desgl.	sk.	26. 6.	get. 21. 7.	Generalisierte Impftuberkulose.	+

Tabelle IX.

Fall	Impf-tier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Rind IX	Huhn 157	Reinkultur, gewonnen aus Meerschweinchen 651. (Geimpft mit tuberkulösem Organmaterial von Rind IX.) Verreibung d. Kultur mit 6,0 NaCl-Lösung, 1,0 ccm	iv.	11. 1.	get. 26. 7.	Nährzustand schlecht. In der Leber zerstreut liegende, unregelmäßige, gelbbraune Herde, Milz etwas vergrößert. Lungen und Darm makroskopisch unverändert.	Im Ausstrich a. Lungen sehr spärliche Häufchen von im Zerfall begriffenen Tuberkelbazillen. In der Leber und Milz sind Tuberkelbazillen nicht zu erkennen.
	Kaninchen 1329	Leber von Huhn 157, zwei bohnengroße Stücke, verrieben mit 4,0 NaCl-Lösung.	sk.	26. 7.	† 8. 12.	Generalisierte Tuberkulose.	+
	Huhn 215	Emulsion a. Lymphknoten und Niere von Kaninchen 1329 + 4,0 NaCl-Lösung, 1,5 ccm	iv.	8. 12.	get. 22. 2.	Nährzustand sehr gut. An Lungen und Darm keine Veränderungen, Milz vergrößert, ohne Knötchen. In der Leber unregelmäßig zerstreute, weiße Herdchen.	Im Ausstrich aus Leber, Milz, Lunge keine Tuberkelbazillen.
	Taube 79	Wie Huhn 157.	intratracheal	11. 1.	† 22. 3.	In der Mitte der rechten Lunge, mit der Brustwand verwachsen, eine pfennigstückgr. Stelle, bestehend aus graugelbem bis graurotem, luftleerem, mürbem und brüchigem Gewebe. In der rechten Lunge ein haferkorngroßer Herd desselben Gewebes. Die übrigen Organe sind normal.	Im Ausstrich aus den veränderten Teilen der Lungen sehr viele gut und gleichmäßig gefärbte Tuberkelbazillen.
	Kaninchen 1086	Lunge von Taube 79, erbsengroßes Stück verrieben mit 3,0 NaCl-Lösung, 2 ccm	sk.	22. 3.	† 15. 5.	Generalisierte Tuberkulose.	+
	Huhn 192	Emulsion aus Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1086 (zwei erbsengroße Stücke, verrieben mit 4,0 NaCl-Lösung) 1,5 ccm	iv.	15. 5.	get. 22. 8.	Nährzustand sehr gut. An den inneren Organen makroskopisch keine Spur von Tuberkulose.	In Lunge, Leber, Milz keine Tuberkelbazillen.

Tabelle X.

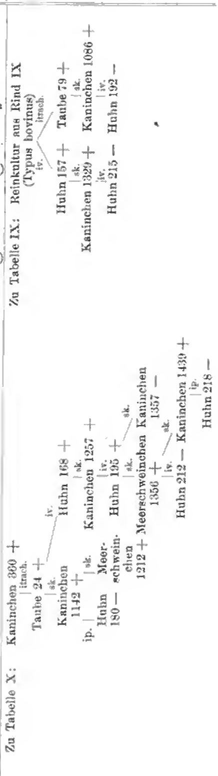
Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopisch. u. kultureller Befund	Übersicht des Passageversuchs
Rind IX	Kaninchen 360	Tuberkulöser Lymphknot. von Rind IX, 1 ccm einer Emulsion.	sk.	4. 8.	† 3. 9.	Generalisierte Tuberkulose.	+	
	Taube 24	Emulsion aus Milz und Lymphknoten von Kaninchen 360, 1 ccm	itrach.	3. 9.	get. 18.2.	Nährzustand sehr gut. An der Impfstelle, der Trachea aufsitzend, ein linsengroßes, verkästes Knötchen. Linke Lunge intakt. Hintere Hälfte der rechten Lunge umgewandelt in einen gelbbraunen, speckigen nekrotischen Herd, der durch eine deutliche Demarkationslinie gegen das gesunde Gewebe abgegrenzt ist. An den übrigen Organen keine Veränderungen.	+ (in dem veränderten Lungenabschnitt.) Reinkultur aus Lunge. (Wie Typus bovinus)	
	Kaninchen 1142	Emulsion, hergestellt d. Verreiben d. tuberkulösen Lungenherdes von Taube 24 mit 3 ccm NaCl-Lösung, 1 ccm	sk.	18.2.	† 8. 3.	Generalisierte Tuberkulose.	+	
	Huhn 180	Emulsion, hergestellt durch Verreiben von 3 erbsengroßen Stückchen der Milz u. eines Lymphknotens v. Kaninchen 1142 mit 3,0 NaCl-Lösung, 1 ccm	ip.	8. 4.	† 7. 6.	Starke Abmagerung, Milz kirschgroß, gleichmäßig geschwollen, an den übrigen Organen keine Veränderungen.	—	

Tabelle X (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer und kultureller Befund
Rind IX	Meerschweinchen 1212	Emulsion aus Drüsenmaterial von Kaninchen 1142 (3 erbsengroße Stückchen, verrieben in 3,0 NaCl-Lösung) 1 ccm	sk.	8. 4.	get. 11. 5.	Von der Impfstelle ausgehende generalisierte Tuberkulose.	+
	Huhn 168	Lunge von Taube 24. 1,0 ccm der gleichen Emulsion wie Kaninchen 1142.	iv.	18. 2.	† 29. 4.	Nährzustand schlecht. In den gut lufthaltigen, hellrosafarbenen Lungen ganz vereinzelte, graugelbe, punktförmige Knötchen. An den übrigen Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	Im Ausstrich aus den Lungen viele zerstreut liegende, gut gefärbte Tuberkelbazillen.
	Kaninchen 1257	Lunge von Huhn 168 (2 erbsengroße Stücke verrieben mit 3 ccm NaCl-Lösung) 1 ccm	sk.	29. 4.	get. 10. 7.	Generalisierte Tuberkulose.	+
	Huhn 195	Emulsion aus Lymphknoten und Niere von Kaninchen 1257 (3 erbsengroße Stücke + 4,0 NaCl-Lösung) 1,5 ccm	iv.	10. 7.	† 4. 8.	Hochgradige Abmagerung. An keinem der inneren Organe sind makroskopisch tuberkulöse Veränderungen vorhanden.	In der Milz sehr viele, in den Lungen viele, in der Leber wenige, ziemlich dicke, meist gut u. gleichmäßig gefärbte Tuberkelbazillen.
	Meerschweinchen 1356	Milz von Huhn 195 (bohnengroßes Gewebsstück, verrieben mit 3,0 Na-Cl-Lösung) 1 ccm	sk.	4. 8.	get. 25. 10.	Hochgradige generalisierte Tuberkulose.	+
	Kaninchen 1357	Desgl. 1 ccm	sk.	4. 8.	† 12. 8.	Septikämie, ausgehend von der Impfstelle.	—
	Huhn 212	½ Milz von Meerschweinchen 1356, verrieben mit 4,0 NaCl-Lösung 1,5 ccm	iv.	25. 10.	get. 22. 2.	Nährzustand schlecht. An der Leber, Milz und am Darm makroskopisch keine Veränderungen. Linke Lunge und die lateralen Partien der rechten Lunge scheinen etwas weniger lufthaltig als die medialen, Knötchen sind nirgends vorhanden.	In der Milz und in den Lungen keine Tuberkelbazillen.
	Kaninchen 1439	Desgl.	sk.	25. 10.	† 5. 1.	Generalisierte Impftuberkulose.	+
	Huhn 218	Niere von Kaninch. 1439; 2 erbsengroße Stücke, verrieben in 3,0 NaCl-Lösung.	ip.	5. 1.	† 18./19. 1.	Makroskopisch keine Tuberkulose.	—

Tabelle XI.

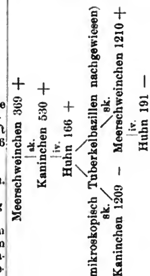
Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung und Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht des Passageversuchs
Rind VI	Meerschweinchen 369	Emulsion aus tuberkulösen Lymphknot. von Rind VI.	1 ccm sk.	7. 7.	get. 21. 8.	Generalisierte Tuberkulose.	+		
	Kaninchen 530	Emulsion aus tuberkulöser Milz und tuberkulösem Lymphknoten von Meerschweinchen 369.	1 ccm ip.	22.8.	† 16. 11.	Desgl.	+	Reinkultur aus Niere wie Typus bovinus. Verimpft an Huhn 166 (Serumkultur, abgeschwemmt u. mit 3 ccm NaCl-Lösung verrieben). 1 ccm iv. am 9.2., tötete am 5.4. Hochgradige Abmagerung. An Lunge, Leber, Milz u. Darm makroskopisch keine Veränderung. In Lunge wenige, stark in Zerfall begriffene Tuberkelbazillen; in Leber u. Milz keine Tuberkelbazillen.	
	Kaninchen 1209	Haselnußgroßes Stück der Lunge von Huhn 166, verrieben mit NaCl-Lösung.	sk.	5. 4.	† 16./17. 4.	Nekrotischer Herd an der Impfstelle, Schwellung der Kniefaltenlymphknoten. In den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	—		
	Meerschweinchen 1210	Desgl.	sk.	5. 4.	get. 10. 5.	Nährzustand sehr gut. Linker Kniefaltenlymphknoten u. rechter Achsellymphknoten vergrößert u. partiell verkäst. An den übrigen Lymphknoten keine Veränderungen. Milzfollikel stark vergrößert. Im übrigen nirgends Zeichen von Tuberkulose.	In den veränderten Lymphknoten Tuberkelbazillen in mäßiger Zahl.		

Tabelle XI (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impfmaterial	Art der Impfung und Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikro-skopisch. Befund
Rind VI	Huhn 191	Emulsion aus Milz u. tuberkulösem Lymphknoten (je ein erbsengroßes Stück, verrieben mit 2,0 NaCl-Lösung)	2 ccm iv.	10. 5.	22. 8.	Nährzustand sehr gut. Makroskopisch an den inneren Organen keine Spur von Tuberkulose.	In Milz u. Lungen keine Tuberkel-bazillen.

Tabelle XII.

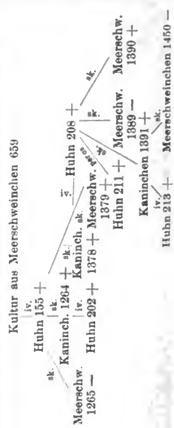
Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung und Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Be-merkungen	Übersicht des Passageversuchs
Rind VI	Meer-schw. 659	Tuberkulöse Milz von Meerschweinchen 531. (Meerschw. 531, geimpft mit tuberkulös. Milz von Meerschw. 369; dieses mit Material aus tuberkulösem Mediastinallymphknoten vom Rind)	Erbsengroßes Stück, verrieben mit 2,0 NaCl-Lösung	15. 10.	get. 15. 11.	Tuberkulose der Leber, Milz, Lungen, des rechten Kniefalten- u. Buglymphknotens.	+	Reinkultur aus Milz. Wie Typus bov. Verimpft an Huhn 155 (2 gut gewachsene Glyzerin-Serumkulturen v. Meerschweinchen 659, verrieben mit 5,0 NaCl-Lösung, hiervon 1,0 iv.) am 4. 1. Tötete am 6. 5. Sehr stark abgemag. Hochgradige Tuberkulose der Leber, Milz, Lungen und besonders d. Darmes (vom Duodenum an bis zur Kloake). In Milz u. Leber sehr viele Tuberkelbazillen. Reinkultur aus Milz. Auf Glyzerin-Serum: Gleichmäßiger, grauweißer, schmieriger Belag. Wie Typus gallinaceus.	
	Kaninchen 1264	Emulsion aus Milz und Leber von Huhn 155	1,5 ccm der Emulsion sk.	6. 5.	get. 17.7.	Nährzustand gut. An der Impfstelle eine subkutan gelegene, wenig umfangreiche, käsige Infiltration, Achsellymphknoten beiderseits, linker Kniefaltenlymphknoten vergrößert und teilw. verkäst, rechter intakt. In der recht. Niere ein stecknadelkopfgroßes, in der linken ein punktförmiges, graugelbes Herdchen. Die übrigen Organe und Lymphknoten frei von Tuberkulose.	Im Ausstrich aus dem rechten Kniefaltenlymphknoten wenige, einzeln liegende, gut gefärbte Tuberkelbazillen.		

Tabelle XII (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial	Art der Impfung u. Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen
Rind VI	Huhn 202	Emulsion aus Niere und Lymphknoten von Kaninchen 1264; 2 bohnengroße Stücke verrieben mit 4,0 ccm NaCl-Lösung.	1,5 ccm der Emulsion iv.	17. 7. 11	get. 21.2.12	Kadaver sehr stark abgemag. Leber u. Milz sehr stark vergrößert u. durchsetzt v. zahlreich., hirsekorn-b. kirschgroß., unregelmäß. begrenzt., grauen, speckigen Knoten. In beid. Lung. zahlreiche, stecknadelkopfgroß., speckig. Knoten. An d. Einmündungsstelle d. Blinddärme ein bohnengroß., zentral verkäst. Knot.	Im Darmknoten und in der Milz zahlreiche, unregelmäßig gefärbte und geformte Tuberkelbazillen.	
	Huhn 208	Glyzerin-Serum-Kultur von Huhn 155. $^1/_3$ der Serum-Kultur, abgeschwemmt mit 1,0 NaCl-Lösung.	iv.	19. 8. 11	† 15.9.11	In der linken Lunge ein graubrauner, derber Herd, der viele Tuberkelbazillen enthält. In der Leber gelbe flecken- u. strichförmige Herde. Milz vergrößert, Follikel stark geschwollen.	Im Ausstrich aus Leber viele, aus Milz sehr viele, teils kurze, gleichmäßig gefärbte, teils längere, ungleichmäßig gefärbte Stäbchen.	Reinkultur aus Leber. Wie Typus gallinaceus.
	Kaninchen 1378	Desgl.	sk.	19. 8. 11	get. 20.1.12	Hochgradig abgemagert, Tuberkulose der Impfstelle und des rechten Kniefaltenlymphknotens. In der rechten Lunge ein erbsengroßer, verkäster Knoten. Sonst nirgends tuberkulöse Veränderung.	+	
	Meerschweinchen 1379	Desgl.	sk.	19. 8. 11	† 13. 11. 11	An d. Impfstelle kein. Veränderg. Beide Kniefalten- u. ein Sternallymphknoten haselnußgroß, vollständig verkäst. Die portalen u. Brusteingangslymphknoten markig geschwollen. An Leber, Lunge u. Milz kein. tuberkul. Veränderungen.	—	
	Huhn 211	Emulsion aus Lunge und Leber von Huhn 208	gefüttert	15. 9. 11	get. 22.2.12	Nährzustd. sehr gut. In beiden Lungen gleichmäß. verteilt sehr viele rundliche, graue Knötchen. Milz unverändert. In d. Leber mäßig viele bis linsengroße, graugelbe Knötch. mit gelbem, trocken., verkästem Inhalt.	In Lunge viele, in Leber und Darmknötchen wenige, gut gefärbte Tuberkelbazillen.	

Tabelle XII (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen
Rind VI	Kaninchen 1391	Milzemulsion von Huhn 208 1 ccm	sk.	15.9.11	† 31. 10. 11	Verkäster Herd an der Impfstelle. Kniefalten- und Kreuzbeinlymphknoten verkäst. Milz sehr stark vergrößert (10 cm lang, bis zu 3 cm breit und 2 cm dick). An Nieren, Leber und Darm keine Veränderungen. In beiden Lungen zerstreut zahlreiche, grieskorngroße, graugelbe Knötchen.	+	Reinkultur aus Kniefaltenlymphknoten. Wie Typus gallinaceus.
	Huhn 213	Emulsion aus tuberkulösen Lymphknoten von Kaninchen 1391 1,5 ccm	iv.	31. 10. 11	† 11. 12. 11	Nährzustand schlecht. Beide Lungen hepatisiert, durchsetzt mit sehr zahlreichen, hirsekorn- bisstecknadelkopfgroßen, gelbweißen Knötchen. Leber und Milz stark vergrößert. In der Leber sehr viele, punktförmige, gleichmäßig zerstreute, graugelbe Knötchen.	+ (In Milz und Leber sehr viele Tuberkelbazillen; der Ausstrich sieht aus wie der von einer Reinkultur)	
	Meerschweinchen 1450	Desgl. 1 ccm	sk.	31. 10. 11	get. 5. 1. 12	Nährzustand sehr gut; keine Spur von Tuberkulose.	—	

Tabelle XIII.

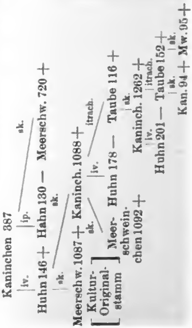
Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht des Passageversuchs
Rind VII	Kaninchen 387	Tuberkulös. Organmaterial v. Kaninchen 358 (geimpft mit tuberkulösem Lymphknoten v. Rind) 1 ccm	sk.	13. 8.	† 15.11.	Generalisierte Tuberkulose.	+	Reinkultur aus Niere. Zahlreiche, punktförmige, grauweiße Kolonien. Wie Typus bovinus. Verimpft an Huhn 146, 2 gut gewachsene Glyzerin-Serum-Kulturen, verrieben mit 6 ccm physiologischer Kochsalzlösung, davon 1 ccm iv. am 7. 12. 10 lötete am 2. 2. 11. In den Lungen zieml. viele hirsekorngr., graue Knötch., die Tuberkelbazillen enthalt.	
	Hahn 130	Emulsion von tuberkul. Niere v. Kaninchen 387; haselnußgroß. Stck., verrieb. m. 3,0 phys. Kochsalzlös. 1,0 ccm	ip.	15.11.	† 17. 1.	An den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	—		

Tabelle XIII (Fortsetzung).

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht des Passageversuchs
Rind VII	Meerschw. 720	Emulsion v. tuberkul. Niere v. Kaninchen 387; haselnußgroßes Stück, verrieben m. 3,0 phys. Kochsalzlösung 1,0 ccm	sk.	15. 11.	† 6. 12.	Generalisierte Tuberkulose.	+		
	Kaninchen 1088	Emulsion v. Lunge, Huhn 146; haselnußgroßes Stück, verrieben m. NaCl-Lösung	sk.	2. 2.	† 20. 3.	Desgl.	+		
	Huhn 178	Emulsion von tuberkulös. Lymphknoten von Kaninchen 1088 1,0 ccm	iv.	20. 3.	† 3. 4.	Keine Tuberkulose.	—		
	Meerschw. 1092	1,0 ccm	sk.	20. 3.	get. 16. 4.	Generalisierte Tuberkulose.	+		

Tabelle XIV.

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Übersicht des Passageversuchs
Rind VIII	Kaninchen 495	Organmaterial v. tuberkulösem Meerschweinchen (geimpft mit tuberkulösem Lymphknoten v. Rind VIII) 1 ccm	sk.	8. 9.	† 30. 12.	Generalisierte Tuberkulose.	+	Kaninchen 495 iv. ↙ ↘ ip. Huhn 199 — Huhn 200 —
	Huhn 199	Emulsion aus tuberkulösem Lymphknoten u. Niere von Kaninchen 495	iv.	30. 12.	get. 25. 7.	Nährzustand gut. An den inneren Organen keine Spur von Tuberkulose.	—	
	Huhn 200	Desgl.	ip.	30. 12.	† 8. 4.	Desgl.	—	

Tabelle XV.

Fall	Impftier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Rind V	Kaninchen 1044	Emulsion aus haselnußgroßem Stück eines tuberkulös. Bronchiallymphknotens v. Rind V 1 ccm	sk.	30. 5.	get. 29. 8.	Generalisierte Tuberkulose.	+

Tabelle XV (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Rind V	Huhn 105	Emulsion a. je einem erbsengroßen Stück der Lunge, Milz, eines Lymphknotens von Kaninchen 1044 1 ccm	iv.	29. 8.	get. 17. 1.	Nährzustand sehr gut. An den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	—
	Hahn 104 (jung)	Desgl.	ip.	29. 8.	† 17. 10.	Kadaver abgemagert. An den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	—

Tabelle XVI.

Fall	Impf-tier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Rind IV	Kaninchen 1065	Emulsion aus walnußgroßem Stück des tuberkulösen Bronchiallymphknotens eines Ochsen 1 ccm	sk.	24. 5.	20. 7.	Generalisierte Tuberkulose.	+
	Huhn 85	Emulsion aus Lungen und Lymphknoten von Kaninchen 1065 1 ccm	iv.	20. 7.	get. 17. 1.	Nährzustand sehr gut. An den inneren Organen sind keine tuberkulösen Veränderungen vorhanden.	Im Ausstrich aus Milz und Lunge keine Tuberkelbazillen.
	Huhn 86	Desgl.	itrach.	20. 7.	get. 29. 11.	Desgl.	Desgl.

Tabelle XVII.

Fall	Impf-tier	Impfmaterial	Art der Impfung u. Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen
Rind III	Kaninchen 496	Organemulsion des tuberkulös. Meerschweinchens 590 (geimpft mit tuberkulösem Organmaterial von Rind III).	sk.	3. 9.	† 22. 11.	Generalisierte Tuberkulose.	+	
	Huhn 132	Emulsion a. Lunge und Niere v. Kaninchen 496 (zwei erbsengr. Stücke in Kochsalzlösung verrieben).	1 ccm sk.	22. 11.	† 10. 12.	Nährzustand sehr schlecht. Makroskopisch keine Veränderungen an den inneren Organen.	In Milz, Leber und Lunge zerstreut liegende Tuberkelbazillen.	Reinkultur aus Leber. Wie Typ. bovinus.

Tabelle XVII (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung u. Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht des Passageversuchs
Rind III	Kaninchen 287	Milz- + Leber-Emulsion von Huhn 132.	1 ccm sk.	10.12.	† 1. 3.	Generalisierte Tuberkulose.	+	Reinkultur aus Niere. Wie Typus bovinus.	
	Huhn 148	Desgl.	1 ccm iv. + 2 ccm sk.	10.12.	† 15. 3.	Nährzustand schlecht. An den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen.	—		
	Meerschweinchen 751	Desgl.	1 ccm sk.	10.12.	get. 11. 1.	Generalisierte Tuberkulose.	+		
	Huhn 172	Emulsion aus Niere + Achsel- + Kniefaltenlymphknot. von Kaninchen 287.	1,5ccm iv.	1. 3.	get. 27. 7.	Nährzustand sehr gut. An den inneren Organen keine Spur von Tuberkulose.	—		
	Huhn 206	1 Glyzerin-Ser.-Kultur von Kan. 287 + 2,0 Na-Cl-Lösung.	1 ccm iv.	3. 8.	† 12.10.	Hochgradig abgemagert. An der Leber u. Milz keine Veränderungen. In den Lungen viele submiliare, graue bis graugelbe Knötchen.	+ (in Leber u. besonders in der Lunge).		
	Meerschweinchen 1163	Desgl.	1 ccm sk.	1. 3.	† 24. 3.	Allg. Tuberkulose.			
	Kaninchen 1423	Emulsion aus Leber u. Lunge von Huhn 206.	Ein erbsengroßes Stück, verrieben mit NaCl-Lösg.	12.10.	get. 11. 3.	An der Impfstelle keine Veränderg. Im rechten Kniefaltenlymphknoten ein linsengroß., zentral verkäst. Herd. Im übrigen an dem gut genährten Kaninchen keine Spur von Tuberkulose.	Wenige Tuberkelbazillen im rechten Kniefaltenlymphknoten.		
	Meerschweinchen 1424	Desgl.	Desgl.	12.10.	get. 18.11.	Generalisierte Tuberkulose in mäßig. Grad.	+		

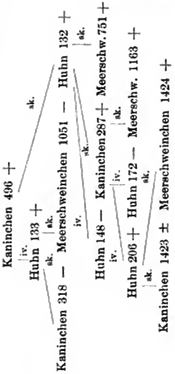


Tabelle XVII (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impfmaterial	Art der Impfung u. Menge	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
Rind III	Huhn 133	Emulsion aus Lunge und Niere von Kaninchen 496 (zwei erbsengroße Stücke, verrieben in NaCl-Lösung).	1 ccm iv.	22. 11.	† 8. 1.	Nährzustand sehr schlecht. Makroskopisch sind an den inneren Organen keine tuberkulösen Veränderungen vorhanden.	Im Ausstrich aus Leber und Lunge keine, aus Milz sehr vereinzelte, ungleichmäßig gefärbte Tuberkelbazillen.
	Meerschweinchen 1051	Emulsion aus Milz von Huhn 133 ($^1/_2$ Milz verrieben mit 4 ccm NaCl-Lösung).	1 ccm sk.	9. 1.	† 21. 1. 11	An der Impfstelle ein erbsengroßer, trockener, käsig-nekrotischer Herd. In der Milz einzelne sehr kleine, punktförmige, graue Herdchen. Im übrigen makroskopisch keine Veränderungen.	—
	Kaninchen 318	Desgl.	2 ccm sk.	9. 1.	† 15. 1.	Todesursache nicht zu erkennen.	—

Tabelle XVIII.

Fall	Impf-tier	Impf-material und Impf-menge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Bemerkungen	Übersicht des Passageversuchs
XVIII	Huhn 117	Glyzerin-Bouillon-Kultur v. Typ. hum. 1 g in 0,5 ccm NaCl-Lösung verrieben, 1,0 ccm.	iv.	5. 9.	† 26.12.	An keinem Organ tuberkulöse Veränderungen.	—		Glyzerin-Bouillonkultur (Typus humanus) iv. Huhn 117 — ip. Huhn 118 + itrach. Huhn 41 — ip. Kaninch. 690 + iv. u. ip. Huhn 167 —
	Huhn 118	Desgl.	ip.	5. 9.	† 24.10.	Auf dem Drüsenmag. (entsprechend d. Einstichstelle) ein flachgedrücktes, etw. pfennigstückgroß., trockenes, verkästes Knötch. Leb., Milz, Lunge, Darm, Bauchfell ohne tuberkul. Veränderungen.	+ (in dem Knötchen an der Einstichstelle, sonst nirgends Tuberkelbazillen).	Reinkultur aus Knötchen an der Impfstelle. Der Kulturbelag besteht aus zahllosen trockenen, grauweißen, kleinstecknadelkopfgroßen Kolonien. Wie Ausgangskultur verimpft an Huhn 41. $^1/_3$ einer Glyzerin-Serumkultur, abgeschwemmt mit 1,5 NaCl-Lösung intratracheal am 10. 11. Das Tier starb interkurrent am 15. 11. an Diphtherie.	
	Kaninchen 690	Glyz.-Ser.-Kult. aus Huhn 118. $^1/_3$ d. Kult. verrieben mit 1,5 ccm NaCl-Lösung.	ip.	10. 11.	get. 13. 2.	Tuberkulose der Lungen und Nieren.	+		

Tabelle XVIII (Fortsetzung).

Fall	Impf-tier	Impfmaterial und Impfmenge	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund
XVIII	Huhn 167	Emulsion aus je 1 erbsengroß. Stück eines tuberkulösen Bronchiallymphknotens u. der Niere von Kaninchen 690, verrieben mit 3,0 NaCl-Lösung.	1 ccm iv. 1 ccm ip.	15. 2.	get. 27. 7.	An den inneren Organen keine Spur von Tuberkulose.	—

II. Teil.

J. Bongert ging bei seinen Umwandlungsversuchen von der Annahme aus, daß in ähnlicher Weise wie bei den Säugetieren, so auch beim Geflügel die Lungen für die Entwicklung des tuberkulösen Prozesses besonders empfänglich seien. Er infizierte deshalb Tauben von den Lungen aus, indem er durch die geöffnete Schnabelhöhle mit einer abgestumpften feinen Kanüle $^1/_2$—1 ccm einer sorgfältig verriebenen Aufschwemmung einer Reinkultur von Rindertuberkelbazillen in den Larynx einspritzte. Auf diese Weise gelang es ihm, bei Tauben eine fortschreitende Lungentuberkulose zu erzeugen. In einer späteren Veröffentlichung teilte Bongert mit, daß die von ihm angewandte Infektionsdosis 0,005—0,01 g Rindertuberkelbazillenkultur betrug, die er mit sterilem Wasser zu einer feinen Emulsion verrieb. Die auf einmal eingespritzte Flüssigkeitsmenge betrug 0,5—0,75 ccm. Bei der Mehrzahl der geimpften Tauben soll nach einer solchen Impfung eine Tuberkulose der Lungen entstanden sein, die sich auf die Luftsäcke und in die Bauchhöhle ausdehnte, während bei einzelnen Tauben selbst durch wiederholte Injektionen Tuberkulose nicht erzeugt werden konnte. Aus den tuberkulösen Lungen der infizierten Tauben gelang es Bongert, wie er angibt, leicht, schon nach 2—3 Wochen Tuberkelbazillen in Reinkultur zu gewinnen, die in jeder Hinsicht mit Hühner-Tuberkelbazillen übereinstimmten. Wurden solche umgewandelte Kulturen an Tauben und Hühner verfüttert oder wurden sie solchen Tieren intramuskulär oder subkutan eingespritzt, so erzeugten sie bei ihnen Tuberkulose.

Eigene Untersuchungen.

Art der Infektion.

Anfänglich bedienten wir uns bei den Geflügelimpfungen des von Bongert angegebenen intralaryngealen Impfverfahrens. Indessen gelang auf diese Weise die Einführung des Impfmaterials von der geöffneten Schnabelhöhle aus vielfach nicht einwandfrei. Beim Einführen der Kanüle in den geöffneten Larynx ließ es sich, besonders bei unruhigen Tieren, nicht vermeiden, daß der Larynxrand berührt und dadurch die

Schleimhaut gereizt wurde. Die Impftiere reagierten auf diesen Reiz mit einer plötzlichen Schließung und Zurückziehung des Larynx, vielfach auch mit Hustenstößen, wobei das bereits eingespritzte Material zum Teil wieder ausgehustet wurde. Eine einigermaßen genaue Dosierung war daher ausgeschlossen. Wir gingen deshalb bald dazu über, die Einspritzungen durch Einstechen der Kanüle in die Trachea auszuführen. Zu diesem Zwecke wurden die Federn in der Gegend des Kehlkopfes und des oberen Teiles der Luftröhre entfernt, mit einem scharfen Skalpell ein etwa 1 cm großer Längsschnitt durch die Haut und Unterhaut angelegt und die vorne abgestumpfte Kanüle zwischen den oberen Trachealringen hindurch in die Trachea eingeführt, so daß die hintere Trachealwand womöglich nicht berührt wurde. Auf diese Weise erreichten wir eine zuverlässigere Einspritzung des Impfmaterials. Das Infektionsmaterial, das bei einer größeren Zahl von Hühnern und Tauben intratracheal eingespritzt wurde, war durch Verreibung von tuberkulösem Organmaterial oder von Tuberkelbazillen-Reinkulturen mit physiologischer Kochsalzlösung hergestellt worden. Die Einspritzung wurde möglichst langsam ausgeführt. Die Menge der eingespritzten Verreibung betrug 0,5—1,0 ccm.

1. Verimpfung von tuberkulösem Organmaterial.

Mit tuberkulösem Organmaterial wurden 95 Tiere, und zwar 13 Hühner und 82 Tauben, geimpft.

Das Material, aus dem die Emulsionen für die Impfungen hergestellt wurden, stammte vom Rind, Pferd, Menschen und Schwein. Im einzelnen wurden geimpft:

mit	vom	Rind	stammendem	Material	64	Tiere	(7 Hühner,	57	Tauben)
„	„	Pferd	„	„	23	„	(4 „ ,	19	„)
„	„	Menschen	„	„	7	„	(1 Huhn ,	6	„)
„	„	Schwein	„	„	1	„	(1 „).		

Das Ursprungsmaterial ist nicht unmittelbar verimpft worden, vielmehr wurden mit diesem zunächst Meerschweinchen und Kaninchen infiziert und deren tuberkulöse Organe (meist Milz und Niere) zur Herstellung der Verreibungen benutzt. Auch Organverreibungen, die mit Lungenstückchen von tuberkulös gewordenen Tauben hergestellt worden waren, dienten als Impfmaterial (Passageversuche). In der Regel wurde ein erbsen- bis bohnengroßes Organstück mit 2 ccm physiologischer Kochsalzlösung in einem sterilen Mörser möglichst gleichmäßig verrieben, die Emulsion durch ein steriles Gazefilter gepreßt und hierauf der Preßsaft den Impftieren (Hühnern und Tauben) in Mengen von 0,5—1 ccm intratracheal eingespritzt. Die Impfung war eine einmalige. Die Impftiere wurden, falls sie nicht zuvor starben, frühestens 3 Monate nach der Impfung getötet.

Das Ergebnis der Impfung war folgendes:

Von den 13 Hühnern wiesen auf:

1 Tier Tuberkulose der Lungen,
4 Tiere lediglich Tuberkulose der Impfstelle,
8 „ keine Tuberkulose (weder makroskopisch noch mikroskopisch).

Unter den 82 Tauben zeigten:

38 Tiere Tuberkulose der Lungen,
5 „ lediglich Tuberkulose der Impfstelle,
39 „ keine Tuberkulose (weder makroskopisch noch mikroskopisch).

Im einzelnen fand sich bei den 38 tuberkulösen Tauben:

in 11 Fällen Tuberkulose beider Lungen,
„ 9 „ nur Tuberkulose der rechten Lunge,
„ 16 „ nur Tuberkulose der linken Lunge,
„ 2 „ lediglich mikroskopisch nachweisbare Tuberkulose der Lungen.

8 mal waren die tuberkulösen Veränderungen an den Lungen sehr geringgradig: es fanden sich ein oder einige wenige hirsekorngroße Knötchen. Nur in 2 Fällen war außer den Lungen ein anderes Organ (Leber) tuberkulös erkrankt und zwar war die tuberkulöse Erkrankung in einem Fall (Taube Nr. 177) schon makroskopisch, im anderen (Taube Nr. 143) nur mikroskopisch festzustellen.

2. Verimpfung von Reinkulturen von Tuberkelbazillen.

Intratracheal geimpft wurden 75 Tiere und zwar 11 Hühner und 64 Tauben.

Das Material, aus dem die Kulturen gewonnen wurden, stammte vom Rind, Pferd und Menschen. Die Kulturen sind von uns frisch aus dem Tierkörper gezüchtet worden. Im einzelnen wurden geimpft:

mit vom Rind stammenden Kulturen	44	Tiere	(5	Hühner,	39	Tauben),
„ „ Pferd „	„ 23	„	(5	„ ,	18	„),
„ „ Menschen „	„ 8	„	(1	Huhn ,	7	„).

Zur Impfung wurde in der Regel Material von Kulturen verwendet, die auf Glyzerinbouillon gewachsen waren, daneben benutzten wir auch in einigen Fällen auf schrägem Rinderserum (mit und ohne Glyzerinzusatz) gewachsene Reinkulturen. Anderes als 4—6 Wochen altes Kulturmaterial wurde nur in Ausnahmefällen zur Impfung herangezogen.

Bei Verwendung von Glyzerinbouillonkulturen wurde der Oberflächenbelag mit der Platinöse in eine Petrischale auf steriles Fließpapier gebracht, im Brutschrank getrocknet und dann abgewogen. Fast durchweg betrug die zur Impfung benutzte Menge 0,01 g, in einzelnen Fällen 0,005 g pro Tier. Die Verreibung zur Emulsion geschah mit sterilem Mörser unter Benutzung von 1 ccm physiologischer Kochsalzlösung.

Von den auf schräg erstarrtem Rinderserum gewachsenen Kulturen wurde der Belag vorsichtig mit dem Platinspatel abgekratzt und in gleicher Weise zur Emulsion verarbeitet. In diesen Fällen wurde pro Tier der Belag von $^1/_4$, $^1/_2$ oder einer ganzen Kultur eingespritzt.

Bei 18 von den 75 intratracheal mit Kulturmaterial geimpften Tieren (1 Huhn, 17 Tauben) wurde 14 Tage nach der ersten eine zweite Impfung vorgenommen, wobei dieselbe Kulturmenge eingespritzt wurde wie bei der ersten. Die Tötung der Tiere erfolgte frühestens drei Monate nach der (ersten bezw. zweiten) Impfung.

Das Ergebnis der Impfung war folgendes:

Von den 11 Hühnern wiesen auf:
- 3 Tiere Tuberkulose der Lungen,
- 8 „ keine Tuberkulose (weder makroskopisch, noch mikroskopisch).

Unter den 64 Tauben zeigten:
- 51 Tiere Tuberkulose der Lungen,
- 13 „ keine Tuberkulose (weder makroskopisch, noch mikroskopisch).

Im einzelnen fanden sich bei den 3 tuberkulösen Hühnern
- in 2 Fällen Tuberkulose beider Lungen,
- in 1 Fall nur Tuberkulose der rechten Lunge;

bei den 51 tuberkulösen Tauben
- in 30 Fällen Tuberkulose beider Lungen,
- „ 4 „ nur Tuberkulose der rechten Lunge,
- „ 16 „ nur Tuberkulose der linken Lunge,
- „ 1 Fall lediglich mikroskopisch nachweisbare Tuberkulose der Lungen.

5 mal waren in den Lungen nur sehr geringgradige Veränderungen in Form einiger weniger hirsekorngroßer tuberkulöser Knötchen vorhanden. In 6 Fällen (Huhn Nr. 149, 164, Taube Nr. 16, 71, 74, 87) waren außer den Lungen noch andere Organe (Leber, Milz, Bauchfell) tuberkulös; 3 mal (Huhn Nr. 164, Taube Nr. 16, 71) war an diesen Organen die Tuberkulose makroskopisch, 3 mal (Huhn Nr. 149, Taube Nr. 74, 87) nur mikroskopisch nachzuweisen.

Im folgenden sind die Ergebnisse der Impfungen bei sämtlichen Versuchstieren tabellarisch kurz zusammengestellt.

I. Übersicht über die intratrachealen Impfungen bei Hühnern und Tauben.

Mit Org.-Mat. wurden itrach. geimpft	95 Tiere:	13	Hühner	und	82	Tauben
„ Kult.- „ „ „ „	75 „ :	11	„	„	64	„
Insgesamt „ „ „	170 „ :	24	„	„	146	„

II. Ergebnisse der intratrachealen Impfung im allgemeinen.

	Mit Organ-Mat. itrach. geimpfte Tiere	Mit Kultur-Mat. itrach. geimpfte Tiere	Gesamtzahl der itrach. geimpften Tiere
Lungentub. (makr. bezw. mikr.) . .	39	54	93 = 54,7 %
Nur Tub. der Impfstelle	9	0	9 = 5,3 % } 45,3 %
Keine Tuberkulose	47	21	68 = 40 %
Insgesamt	95	75	170

III. Positive Lungenbefunde bei den intratracheal geimpften Tieren.

	Mit Organ-Mat. itrach. geimpfte Tiere	Mit Kultur-Mat. itrach. geimpfte Tiere	Gesamtzahl der itrach. geimpften Tiere
Tub. beider Lungen	12	32	44 = 47,3 %
Nur Tub. der rechten Lunge . .	9	5	14 = 15,1 % } 49,5 %
Nur Tub. der linken Lunge . . .	16	16	32 = 34,4 % }
Tub. der Lungen (nur mikr.) . .	2	1	3 = 3,2 %
Insgesamt lungentuberkulös	39	54	93

3. Pathologisch-anatomischer und mikroskopischer Befund.

Wie schon Bongert hervorgehoben hat, ist bei den geimpften Tauben eine starke individuelle Disposition für die tuberkulöse Erkrankung zu beobachten. Von unseren 146 intratracheal mit Organ- und Kulturmaterial geimpften Tauben wurden nur 89 = 61,0 % tuberkulös; bei 5 Tauben = 3,4 % entwickelten sich lediglich an der Impfstelle im peritrachealen Bindegewebe ein oder einige hirsekorn- bis linsen- und erbsengroße, gelbe, trockene, verkäste, tuberkelbazillenhaltige Knötchen; bei 52 Tauben = 35,6 % war bei der Sektion keine Spur von Tuberkulose zu erkennen. Unter diesen letzteren befand sich ein Tier (Taube Nr. 77), das im Verlauf von 14 Tagen 2 mal mit 0,01 g Rindertuberkelbazillen intratracheal geimpft worden war. Eine zweite in derselben Weise behandelte Taube (Nr. 75) wies bei der Sektion hochgradige tuberkulöse Veränderungen in beiden Lungen auf. Von den nicht tuberkulös gewordenen Tauben waren bei der Sektion etwa $^2/_3$ gut genährt; bei $^1/_3$ wurde ziemlich schlechter oder schlechter Nährzustand, bei einzelnen Tieren dabei auffallend weiche und brüchige Beschaffenheit der Knochen festgestellt.

Bei den mit Tuberkulose behafteten Tieren war die Ausdehnung der Krankheit in den Lungen sehr verschieden. In 3 Fällen waren makroskopisch in den Lungen tuberkulöse Veränderungen überhaupt nicht zu erkennen; bei der mikroskopischen Untersuchung des Lungengewebes wurden indessen Tuberkelbazillen nachgewiesen. 13 Tauben zeigten nur sehr geringgradige Veränderungen in Form von einigen wenigen grauweißen, runden, hirsekorngroßen Knötchen. Bei 14 Tauben wies nur die rechte, bei 32 nur die linke Lunge tuberkulöse Veränderungen auf; in 44 Fällen wurde Tuberkulose beider Lungen festgestellt. Stets war die Abgrenzung des tuberkulösen Gewebes gegen das gesunde eine sehr scharfe. Bei den einen Tieren erschien das tuberkulös veränderte Lungengewebe graurot bis dunkelrot hepatisiert; manchmal waren in ihm runde, graue, im Zentrum teilweise gelblich erscheinende, scharf abgegrenzte Knötchen zu erkennen; bei anderen fanden sich einzelne stecknadelkopf- bis erbsengroße, graugelbe, scharf abgegrenzte Knötchen im normal erscheinenden Lungengewebe zerstreut, bei einer dritten Gruppe waren in den Lungen unregelmäßig geformte, verschieden große, graugelbe bis gelbbraune Gewebspartien zu erkennen, die

besonders häufig in den lateralen und kaudalen Lungenteilen ihren Sitz hatten. In zahlreichen Fällen war eine Lungenhälfte ganz oder zum größten Teil (nicht selten mit Ausnahme einer normal erscheinenden kleinen kranialen Partie) in ein gleichmäßig graues, speckiges oder gelbbraunes, mürbes, brüchiges, zunderähnliches Gewebe umgewandelt, das häufig mit der Brustwand fest verwachsen war und an der herausgenommenen Lunge beetartig über die Oberfläche des Organs hervortrat. Die so veränderten Gewebsteile waren vielfach stark vergrößert.

Von den gestorbenen und getöteten Tieren wurden Ausstriche aus Lungen, Leber und Milz nach Ziehl-Neelsen gefärbt und mikroskopisch untersucht. Waren makroskopische Veränderungen an den Lungen vorhanden, so fanden sich in den Ausstrichen aus diesen Organen stets Tuberkelbazillen in großer Zahl; häufig glichen die Ausstriche denjenigen einer Reinkultur. Die Bazillen lagen einzeln und in Haufen beisammen; sowohl kurze als längere, gerade und gekrümmte Formen waren in den verschiedenen Ausstrichpräparaten vertreten. Sie waren teils gut und gleichmäßig gefärbt, vielfach war aber die Färbung der Bazillenleiber eine sehr ungleichmäßige; ja in manchen Präparaten waren fast nur noch Körner und Schollen von Tuberkelbazillen zu finden. In weitaus den meisten Fällen waren Tuberkelbazillen nur in den Ausstrichen aus den Lungen zu erkennen; Leber und Milz waren frei. Unter den 89 durch die Impfung tuberkulös gewordenen Tauben fanden sich bei 81 = 91 % der Fälle Tuberkelbazillen lediglich in den Lungen. Von den übrigen 8 Tauben = 9 % der Tiere, bei denen Tuberkelbazillen auch in der Leber, Milz oder Bauchhöhlenauskleidung gefunden wurden, wiesen 4 makroskopisch erkennbare Tuberkulose der genannten Organe auf, bei den anderen 4 waren die Organe, abgesehen von den Lungen, makroskopisch unverändert und der Nachweis der Tuberkelbazillen gelang nur durch die mikroskopische Untersuchung.

4. Kulturversuche.

Nach Bongert gelingt es bei steriler Materialentnahme leicht, aus den tuberkulösen Lungen der Tauben Reinkulturen von Tuberkelbazillen zu erhalten. Diese Erfahrung haben wir bei unseren Untersuchungen nicht bestätigt gefunden.

	Zahl der Tauben mit tuberkulösen Veränderungen an den Lungen, aus denen Kulturen angelegt wurden	Zahl der Fälle, aus denen die Züchtung von Reinkulturen gelang	Zahl der Kulturen, die im Sinne des Originalstammes wuchsen	Zahl der Kulturen, deren Wachstum Geflügeltuberkelbazillen ähnlich war
Mit Organmaterial intratracheal geimpfte Tauben	37	5	4	1
Mit Kulturmaterial intratracheal geimpfte Tauben	53	15	15	0
Insgesamt mit tuberkulösem Material geimpfte Tauben	90	20 = 22,22 %	19 = 95 %	1 = 5 %

Obwohl das Lungenmaterial in jedem Falle nach Möglichkeit steril entnommen und von jedem der in vorstehender Tabelle aufgeführten 90 Fälle mindestens 6—8, in der Regel 10—12 Kulturen auf schräg erstarrtem Serum mit oder ohne Glyzerinzusatz angelegt wurden, gelang es uns doch nur in 20 = 22,22 % der Fälle, Reinkulturen zu erhalten. In den übrigen 70 Fällen trat entweder kein Wachstum ein, oder aber, und das war meistens der Fall, kam es frühzeitig zu einer Verflüssigung des Serums durch peptonisierende Bakterien.

Von den 20 gewonnenen Reinkulturen, von denen 14 vom Rind und 6 vom Pferde stammten, hatten 13 Kulturen einmal, 7 Kulturen zweimal, 1 Kultur viermal den Geflügelkörper passiert; 19 = 95 % der aus dem Geflügelkörper gezüchteten Passagestämme wuchsen streng im Sinne des Originalstammes und ließen in ihrem Wachstum keine Spur von Typenveränderungen erkennen, 1 Stamm (d. s. 5 % der Fälle) dagegen, der 2- bezw. 3 mal den Taubenkörper passiert hatte, wuchs bei seiner Reinzüchtung auf Schrägserum als gleichmäßig grauweißer, glänzender, schmieriger Belag, ebenso wie Geflügeltuberkelbazillen.

Von den 19 unveränderten Stämmen wurden 13 auf ihre Pathogenität an Kaninchen (durch subkutane Verimpfung von 1 cg) und Meerschweinchen (durch subkutane Verimpfung von $^1/_{10}$ mg) geprüft; sämtliche 13 Stämme erwiesen sich genau ebenso pathogen wie zuvor, ehe sie den Taubenkörper passiert hatten; insbesondere trat bei den geimpften Meerschweinchen in jedem Falle eine hochgradige, von der Impfstelle ausgehende allgemeine Tuberkulose auf (vergl. Tabelle XIX). Besonders hinzuweisen ist auf den Fall 3 der Tabelle, in dem die Rindertuberkelbazillen 4 mal den Taubenkörper passierten und aus der 4. Taube (Nr. 158) wieder reingezüchtet wurden, ohne daß die Bazillen in Wachstum und Pathogenität irgend eine Veränderung erfahren hatten.

Der aus der Taube 177 (vergl. Tab. XIX, S. 670—671) gezüchtete Stamm zeigte insofern eine Besonderheit, als er auf Serum einen schmierigen Belag nach Art der Hühnertuberkelbazillen bildete. Indessen hatte dieser Stamm, wie aus der Tabelle ersichtlich ist, seine Pathogenität für Meerschweinchen nicht verloren. Es liegt für diesen Fall die Annahme nahe, daß die Taube 177 schon vor der Impfung mit Geflügeltuberkelbazillen infiziert war. Diese Auffassung findet in der Tatsache ihre Stütze, daß bei der Taube 177 neben den tuberkulösen Veränderungen in der Lunge auch tuberkulöse Herde in der Leber gefunden wurden, während es sonst in der weit überwiegenden Mehrzahl der Fälle (91 %) nach intratrachealer Impfung lediglich zur Entstehung einer Lungentuberkulose gekommen war.

Auf Grund unserer Versuche können wir die Angabe von J. Bongert, daß es durch intratracheale Injektion von Rindertuberkelbazillenkulturen bei Tauben leicht gelingt, eine Umwandlung dieser Bazillen in solche des Typus gallinaceus herbeizuführen, nicht bestätigen.

An

Tabelle

Fall	Impftier	Impfmaterial	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Nr. 1 (Rind)	Taube 35	Emulsion aus Netz u. Lunge von Kan. 316	itrach.	12. 10. 10	Getötet am 11. 2. 11 (nach 122 Tagen)	In beiden Lungen je ein erbsengroßer speckiger Herd. Übrige Organe —	Lunge: Mäßig viele kurze gut u. gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz u. Leber: —	Lunge	Zahlreiche trockene mattgrauweiße dünne Einzelkolonien von Hirsekorn- bis Hanfkorngröße.
	Kaninchen 1376	Emulsion aus Lunge von Taube 130	sk.	18. 8. 11	Gestorben am 3. 11. 11 (nach 77 Tagen)	Abszeß an der Impfstelle. Tub. d. Lungen, Nieren u. Milz.	In Lungen, Nieren u. Milz viele einzeln liegende schlanke gut gefärbte Tbb.	Niere	Einzelne trockene mattgrauweiße linsengroße Kolonien.
Nr. 2 (Rind)	Taube 88	Emulsion aus Drüse u. Niere von Kan. 1116	itrach.	19. 4. 11	Getötet am 3. 8. 11 (nach 106 Tagen)	Hintere Hälfte der linken Lunge gleichmäßig hepatisiert, graugelb, speckig. Übrige Organe —	Lunge: sehr viele dünne schlanke, gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz u. Leber: —	Lunge	Zahlreiche mattgraue hirsekorn- bis linsengroße schuppenförmige Einzelkolonien; später trockener mattgrauer Belag.
Nr. 3 (Rind)	Taube 158	Emulsion aus Lunge von Taube 150	itrach.	31. 7. 11	Getötet am 1. 3. 12 (nach 213 Tagen)	Hintere zwei Drittel der linken u. hinteres Drittel der rechten Lunge gelbbraun, trocken verkäst. Übrige Organe —	Lunge: viele sehr stark im Zerfall begriffene Tbb. (Körner u. Schollen). Milz u. Leber: —	Lunge	Gleichmäßiger dünner trockener mattgrauer Belag.
Nr. 4 (Rind)	Taube 24	Emulsion aus Drüse u. Milz von Kan. 360	itrach.	3. 9. 10	Getötet am 18. 2. 11 (nach 168 Tagen)	Hintere Hälfte der rechten Lunge graugelb hepatisiert, speckig. Übrige Organe —	Lunge: viele gut und gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz u. Leber: —	Lunge	Gleichmäßiger mattgrauweißer trockener einheitlicher Belag.

hang.

XIX.

Wachstum auf Glyzerin-Bouillon	Reinkultur subkutan verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Graphische Darstellung des Falles	Ergebnis
—	—	—	—	—	—	Urspr. Material Bronchialdrüse Rind ip. Kan. 316 itrach. Taube 35 sk. Kan. 1124 itrach. Taube 130 sk. Kan. 1376 sk. sk. Kan. 90 Meerschw. 91	keine Umwandlung
Seidenpapierdünnes mattgraues Häutchen mit stecknadelkopfgroßen warzigen Verdickungen.	Kaninchen 90 (Gew. 2580 g)	1 cg	29. 2. 12	Gestorben 8. 4. 12 (nach 39 Tagen) (Gew. 2100 g)	Tuberkulöser Abszeß an der Impfstelle. Miliare Tuberkulose der Lungen u. Nieren.		
	Meerschw. 91	$^1/_{10}$ mg	29. 2. 12	Getötet am 13. 4. 12 (nach 44 Tagen)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen).		
—	—	—	—	—	—	Urspr. Material Mittelfelldrüse Rind sk. Mschw. 369 itrach. Taube 15 sk. Kan. 1116 itrach. Taube 88	keine Umwandlung
Seidenpapierdünnes, äußerst langsam und dürftig wachsendes Häutchen.	Kaninchen 225	weniger als 1 cg	1. 7. 12	Getötet am 14. 10. 12 (nach 106 Tagen)	Erbsengroßer tuberkulöser Abszeß an der Impfstelle.	Urspr. Material Mittelfelldrüse Rind sk. Kan. 387 itr. Taube 86 itr. Taube 147 itr. Taube 150 itr. Taube 158 sk. sk. sk. Kan. 225 Kan. 226 Mschw. 227	keine Umwandlung
	Kaninchen 226	weniger als 1 cg	1. 7. 12	Getötet am 14. 10. 12 (nach 106 Tagen)	Erbsengroßer tuberkulöser Abszeß an der Impfstelle.		
	Meerschw. 227	weniger als $^1/_{10}$ mg	1. 7. 12	Getötet am 14. 10. 12 (nach 106 Tagen)	An der Impfstelle 2 erbsengroße und einige stecknadelkopfgroße verkäste Knötchen. Lymphknoten u. innere Organe frei von Tuberkulose.		
Papierdünnes mattgraues Häutchen mit einigen hanfkorn- bis linsengroßen, warzigen Verdickungen.	Kaninchen 1340 (Gew. 2410 g)	1 cg	1. 8. 11	Gestorben am 13. 11. 11 (nach 104 Tagen) (Gew. 3000 g)	Abszeß an der Impfstelle; Tuberkulose der Nieren und Lungen.	Urspr. Material Mittelfelldrüse Kuh sk. Kan. 360 itr. Taube 24 sk. sk. Kan. 1340 Mschw. 1339	keine Umwandlung
	Meerschw. 1339	$^1/_{10}$ mg	1. 8. 11	Gestorben am 29. 9. 11 (nach 59 Tagen)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen).		

Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Nr. 5 (Pferd)	Huhn 149	I. Impfung: Belag von einer halben, 4 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 1, verrieben mit 1,5 ccm phys. NaCl-Lösg. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	15. 12. 10 30. 12. 10	Gestorben 13. 1. 11 (nach 29 bzw. 14 Tagen)	Hintere $^2/_3$ der rechten u. hinteres Drittel der linken Lunge graurot hepatisiert, durchsetzt mit zahlr. stecknadelkopfgroß., grauweiß. Knötchen. Leber, Milz u. Darm —. Peritonitis fibrinosa tuberculosa.	Lunge u. Bauchfellbelag: viele stark im Zerfall begriffene, ungleichmäßig gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Zieml. dicker gelbweißer trockener stellenweise krümlig aussehender Belag (= Orig.-St.).
Nr. 6 (Pferd)	Huhn 204	Glyz.-Bouill.-Kult. aus Lunge Huhn 149, 8 Wochen alt; 1 cg	itrach.	3. 8. 11	Getötet 21. 2. 12 (nach 202 Tagen)	Vorderes Drittel der recht. Lunge graugelb, brüchig, zunderähnlich. Linke Lunge, Milz, Leber, Darm —	Rechte Lunge: sehr viele ungleichmäßig gefärbte und geformte Tbb. Milz u. Leber —	Lunge	Wie Huhn 149
Nr. 7 (Pferd)	Taube 62	Belag von einer halben, 4 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 2, verrieben mit 1,5 ccm phys. NaCl-Lösg.	itrach.	15. 12. 10	Gestorben 12. 7. 11 (nach 209 Tagen)	Hintere $^4/_5$ der rechten Lunge stark vergröß., graugelb, brüchig. Linke Lunge, Milz, Leber, Darm —	Rechte Lunge: massenhaft gut u. gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz u. Leber —	Lunge	Trockener dicker gelbweißer Belag.
Nr. 8 (Pferd)	Taube 91	Glyz.-Bouill.-Kult. aus Milz Huhn 20, 3 Wochen alt; 1 cg	itrach.	26. 1. 11	Gestorben 6. 4. 11 (nach 70 Tagen)	In den hinteren Partien beider Lungen einige linsen-erbsengr. graugelbe Herdchen. Milz und Leber —	Lunge: sehr viele, meist kurze, gut u. gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz u. Leber —	Lunge	Desgl.
Nr. 9 (Pferd)	Taube 63	I. Impfung: Belag von einer halben, 4 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 133. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	15. 12. 10 30. 12. 10	Getötet 9. 8. 11 (nach 237 bzw. 222 Tagen)	Hintere $^2/_3$ der linken Lunge speckig graugelb, brüchig. Am Hinterende der recht. Lunge 2 erbsengroße graue Knötchen. Milz, Leber, Darm —	Lunge: sehr viele Tbb., gut und gleichmäßig gefärbt, einzeln u. in Haufen. Milz und Leber —	Lunge	Gleichmäßiger Belag aus hirsekorngroßen mattgrauen Einzelkolonien.
Nr. 10 (Pferd)	Taube 118	Glyz.-Bouill.-Kult. v. Meerschw. 133, 8 Wochen alt; 1 cg	itrach.	4. 4. 11	Gestorben 7. 6. 11 (nach 64 Tagen)	Hintere obere $^2/_3$ der linken Lunge hellgrau, brüchig, beetartig erhaben. In der recht. Lunge mehrere erbsengroße, hellgraue Herdchen. Milz, Leber, Darm —	Lunge: sehr viele gut und gleichmäßig gefärbte, meist ziemlich kurze Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Gleichmäß. aus feinen mattgrauen Pünktchen bestehender Belag.

Wachstum auf Glyzerin-Bouillon	Reinkultur subkutan verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Graphische Darstellung des Falles	Ergebnis
Dicker, gelbweißer höckerig u. warzig aussehender Oberfl.-Belag; stellenweise feines graues papierdünnes Häutchen.	—	—	—	—	—	Urspr. Material Milz Pferd | sk. Meerschw. 1 (Kultur) | itrach. Huhn 149 (Kultur) | itrach. Huhn 204	keine Umwandlung
Wie Huhn 149	—	—	—	—	—	Vergl. Nr. 5	keine Umwandlung
Dickes gelbweißes borkig und höckerig aussehendes kletterndes Oberflächenhäutchen.	**Kaninchen 1444** (Gew. 2600 g)	1 cg	28. 10. 11	Getötet am 25. 2. 12 (nach 119 Tagen) Gew. 2210 g	Frei von Tuberkulose.	Urspr. Mat. Mesenteriallymphknoten Pferd I | sk. Meerschw. 2 (Kult.) itrach. | — sk. Taube 62 Kan. 140 (Kult.) iv. Huhn 20 (Kult.) itrach. Taube 91	keine Umwandlung
	Meerschw. 1445	$^1/_{10}$ mg	28. 10. 11	Gestorben am 27. 12. 11 (nach 60 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		
Desgl.	**Kaninchen 1337** (Gew. 2210 g	1 cg	1. 8. 11	Getötet 25. 11. 11 (nach 116 Tag.) Gew. 3330 g	Tuberkulose der Nieren und Lungen.		
	Meerschw. 1338	$^1/_{10}$ mg	1. 8. 11	Getötet 29. 9. 11 (nach 59 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen).		
Zieml. dickes gelbweißes, stellenweise borkiges und höckeriges, kletterndes Häutchen.	Kaninchen 1413 (Gew. 2510 g)	1 cg	6. 10. 11	Getötet 22. 2. 12 (nach 139 Tag.) Gew. 2325 g	Tuberkulose der Impfstelle, Nieren und Lungen.	Urspr. Mat. Mesenteriallymphknoten Pferd II | sk. Meerschw. 9 (Kult.) sk. Kaninch. 1046 | iv. Huhn 101 (Kult.) | sk. Meerschw. 133 (Kult.) itrach. — | itrach. Taube 63 Taube 118	keine Umwandlung
	Meerschw. 1414	$^1/_{10}$ mg	6. 10. 11	Getötet 20. 11. 12 (nach 45 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		
Desgl.	—	—	—	—	—		

Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Nr. 11 (Rind)	Taube 74	I. Impfung: Belag von einer halben, 5 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 119. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	4. 1. 11 19. 1. 11	Gestorben 8. 7. 11 (nach 185 bzw. 170 Tagen)	Hintere $^2/_3$ der rechten Lunge graurot hepatisiert; in der linken Lunge mehrere bis erbsengroße graue Herdchen. Milz stark vergrößert, ebenso wie die Leber mit zahllosen hirsekorngroßen grauen Herdchen durchsetzt.	Lunge, Milz und Leber: massenhaft kurze, gut u. gleichmäßig gefärbte Tbb.	Lunge	Zahlr. mattgrauweiße hirsekorn linsengroße, teilweise faltig erscheinende Einzelkolonien.
Nr. 12 (Rind)	Taube 83	I. Impfung: Glyz.-Bouill.-Kult. v. Meerschw. 119, 3 Woch. alt; 1 cg II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	23. 1. 11 14. 2. 11	Gestorben 15. 4. 11 (nach 82 bzw. 61 Tagen)	Hintere Hälften beider Lungen umgewandelt in graugelbes zunderähnliches Gewebe, in dem sich einige stecknadelkopfgroße graue Knötchen befinden. Milz, Leber, Darm —	Lunge: sehr viele gut und gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Zarter, gleichmäßiger, mattgrauweißer, trockener Belag.
Nr. 13 (Rind)	Taube 15	Belag von einer halben, 4 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 659	itrach.	13. 12. 10	Gestorben 9. 2. 11 (nach 58 Tagen)	Hintere $^2/_3$ der linken Lunge graurot hepatisiert, mit zahlreichen grauweißen hirsekorngroß. Knötchen durchsetzt. Rechte Lunge, Milz, Leber —	Lunge: sehr viele Tbb., meist gut u. gleichmäßig gefärbt. Milz u. Leber —	Lunge	Belag aus zahllosen punktförm.-hirsekorngr. mattgrauweißen Einzelkolonien.
Nr. 14 (Rind)	Taube 70	I. Impfung: Belag von einer halben, 6 Woch. alten Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 659. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	4. 1. 11 19. 1. 11	Gestorben 3. 5. 11 (nach 119 bzw. 104 Tagen)	Linke Lunge bis auf einen kleinen Zipfel am Vorderende umgewandelt in eine graugelbe, weiche, brüchige Gewebsmasse. Rechte Lunge, Milz, Leber —	Lunge: massenhaft meist kurze, gut und gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Matter grauweißer Belag mit einigen hirsekorn-stecknadelkopfgr. warzigen Erhebungen.
Nr. 15 (Rind)	Taube 122	Glyz.-Bouill.-Kult. v. Kan. 530, 8 Woch. alt; 1 cg	itrach.	4. 4. 11	Getötet 18. 8. 11 (nach 136 Tagen)	Hintere Hälfte d. linken Lunge umgewandelt in ein gleichmäßiges graurotes brüchiges Gewebe. Rechte Lunge, Milz, Leber —	Lunge: sehr viele Tbb., meist einzeln liegend, gut u. gleichmäßig gefärbt. Milz u. Leber —	Lunge	Belag aus zahllosen kleinen matt grauen Einzelschüppch.

Wachstum auf Glyzerin-Bouillon	Reinkultur subkutan verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Graphische Darstellung des Falles	Ergebnis
Gleichmäßiges zartes grauweißes Oberflächenhäutchen.	Kaninchen 1411 (Gew. 2300 g)	1 cg	6. 10. 11	Gestorben 13. 1. 12 (nach 99 Tag.) Gew. 2110 g	Tuberkulose der Impfstelle, Nieren und Lungen.	Urspr. Material Lunge Rind sk. Kaninchen 1047 sk. Meerschweinchen 119 (Kult.) itrach. itrach. Taube 74 Taube 83	keine Umwandlung
	Meerschw. 1412	$^1/_{10}$ mg	6. 10. 11	Getötet 28. 11. 11 (nach 53 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen)		
—	—	—	—	—	—		
Mattgraues, zartes, papierdünnes, faltiges Häutchen.	Kaninchen 1382 (Gew. 2850 g)	1 cg	26. 8. 11	Gestorben 20. 10. 11 (nach 55 Tag.) Gew. 2260 g	Tuberkulose der Impfstelle, Milz, Nieren und Lungen.	Urspr. Mat. Mediastinallymphknoten Rind sk. Meerschweinchen 1074 sk. Meerschweinchen 659 (Kult.) itrach. itrach. Taube 15 Taube 70	keine Umwandlung
	Meerschw. 1383	$^1/_{10}$ mg	26. 8. 11	Getötet 18. 10. 11 (nach 53 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen)		
Sehr langsam wachsendes graugelbes an d. Oberfläche körnig aussehendes Häutchen.	Kaninchen 1446 (Gew. 1790 g)	1 cg	28. 10. 11	Gestorben 23. 12. 11 (nach 56 Tag.)	Tuberkulose der Impfstelle, Milz, Nieren und Lungen.		keine Umwandlung
	Meerschw. 1447	$^1/_{10}$ mg	28. 10. 11	Getötet 11. 12. 11 (nach 44 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		
Oberflächenhäutch. sehr schlecht wachsend, teils papierdünn, grau, teils körnig graugelb.	Kaninchen 45 (Gew. 2900 g)	1 cg	3. 1. 12	Getötet 3. 4. 12 (nach 90 Tag.) Gew. 2105 g	Tuberkulose der Nieren und Lungen.	Urspr. Mat. Mediastinallymphknoten Bulle sk. Meerschweinchen 369 sk. Kaninchen 530 (Kult.) itrach. Taube 122	keine Umwandlung
	Meerschw. 46	$^1/_{10}$ mg	3. 1. 12	Getötet 6. 3. 12 (nach 62 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		keine Umwandlung

Fall	Impf-tier	Impf-material	Art der Impfung	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Mikroskopischer Befund	Reinkultur gewonnen aus	Wachstum auf Glyzerin-Serum
Nr. 16 (Rind)	Taube 86	I. Impfung. Glyz.-Bouill.-Kult. v. Kan. 387, 7 Wochen alt, 1 cg. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	25. 1. 11 14. 2. 11	Gestorben 13. 5. 11 (nach 108 bzw. 88 Tagen)	In der hinteren Hälfte der linken Lunge sehr viele, in der rechten Lunge zerstreut vereinzelte hirsekorngroße graue speckige Einzelknötchen. Milz, Leber und Darm —	Lunge: sehr viele kurze einzeln liegende gut gefärbte Tbb. Milz u. Leber —	Lunge	Dichter Belag aus zarten, mattgrauen, hirsekorngroßen, Einzelkolonien.
Nr. 17 (Rind)	Taube 28	Belag von ¹/₄ Glyz.-Ser.-Kult., 6 Woch. alt, von Meerschw. 8	itrach.	9. 9. 10	Getötet 2. 3. 11 (nach 174 Tagen)	Rechte Lunge mit Ausnahme einiger kleiner normal aussehender Partien umgewandelt in ein gleichmäßiges graues speckiges Gewebe. Rechte Lunge, Milz, Leber —	Lunge: massenhaft einzeln liegende, gut und gleichmäßig gefärbte meist kurze Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Gleichmäßiger dünner mattgrauer trockener Belag.
Nr. 18 (Rind)	Taube 44	Desgl. von Meerschw. 525	itrach.	17. 11. 10	Gestorben 4. 3. 11 (nach 107 Tagen)	In beiden Lungen je ein haselnußgroßer gelbgrauer trocken verkäster Knoten. Milz, Leber, Darm —	Lunge: sehr viele einzeln liegende, gut und gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Desgl.
Nr. 19 (Rind)	Taube 52	I. Impfung: Belag von ¹/₄ Glyz.-Ser.-Kult. v. Meerschw. 525, 6 Woch. alt. II. Impfung: Wie I.	itrach. itrach.	17. 11. 10 1. 12. 10	Gestorben 22. 2. 11 (nach 97 bzw. 84 Tagen)	Hintere ³/₄ der rechten Lunge dunkelrot hepatisiert mit zahlreichen hirsekorngroßen grauen Knötch. Linke Lunge gleichmäßig graugelb und graurot hepatisiert. Milz, Leber, Darm —	Lunge: massenhaft einzeln u. in Haufen liegende, meist kurze, gleichmäßig gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Desgl.
Nr. 20 (Rind)	Taube 177	Emulsion aus Lunge von Taube 102	itrach.	17. 8. 11	Gestorben 23. 10. 11. (nach 67 Tagen)	In beiden Lungen zahlreiche hirsekorn- bis erbsengroße graue hepatisierte Stellen mit gelbweißen Knötchen. Milz —. In der Leber mehrere gelbe hirsekorngroße Knötchen.	In Lunge sehr viele, in Milz keine, in Leber zieml. wenige meist kurze, gut u. gleichmäßig gefärbte Tbb.	Lunge	Gleichmäßiger granbläulicher glänzend. schmieriger Belag.
	Taube 194	Emulsion aus Lunge v. Taube 177	itrach.	23. 10. 11	Getötet 7. 3. 12 (nach 135 Tagen)	Linke Lunge um das 2—3 fache vergrößert, verwandelt in ein gleichmäßig graues weiches mit zahllosen hirsekorngroßen gelben Herdchen durchsetztes Gewebe. Rechte Lunge, Milz, Leber, Darm —	Lunge: massenhaft gut erhaltene u. gefärbte Tbb. Milz und Leber —	Lunge	Desgl.

Wachstum auf Glyzerin Bouillon	Reinkultur subkutan verimpft an	Menge der verimpften Kultur	Tag der Impfung	Tag des Todes	Pathologisch-anatomischer Befund	Graphische Darstellung des Falles	Ergebnis
Gleichmäßig seidenpapierdünnes mattgraues Häutchen.	Kaninchen 70 (Gew. 2910 g)	1 cg	8. 2. 12	Gestorben 4. 3. 12 (nach 24 Tag.) Gew. 2800 g	Tub. der Impfstelle, der regionären Körperlymphknoten u. der rechten Niere.	Urspr. Mat. Mediastinallymphknoten Ochse sk. Kaninchen. 358 sk. Kaninch. 387 (Kult.) itrach. Taube 86	keine Umwandlung
	Meerschw. 71	$^1/_{10}$ mg	8. 2. 12	Getötet 8. 3. 12 (nach 28 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		
Seidenpapierdünnes zartes mattgraues, schlecht wachsendes Oberflächenhäutchen.	Kaninchen 1342 (Gew. 2640 g)	1 cg	1. 8. 11	Gestorben 3. 11. 11 (nach 94 Tag.) Gew. 1585 g	Tub. der Impfstelle, der Milz, Nieren u. Lungen.	Urspr. Mat. Bronchiallymphknoten Rind sk. Meerschw. 8 (Kult.) itrach. Taube 28	keine Umwandlung
	Meerschweinchen 1341	$^1/_{10}$ mg	1. 8. 11	Gestorben 7. 10. 11 (nach 67 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose.		
Desgl.	—	—	—	—	—	Urspr. Mat. Bronchiallymphknoten Rind sk. Meerschw. 525 (Kult.) itrach. itrach. Taube 44 Taube 52	keine Umwandlung
Desgl.	Kaninchen 1360 (Gew. 3030 g)	1 cg	5. 8. 11	Getötet 25. 11. 11 (nach 112 Tag.) Gew. 3120 g	Tub. der Impfstelle, der Nieren und Lungen.		
	Meerschw. 1364	$^1/_{10}$ mg	5. 8. 11	Getötet 17. 10. 11 (nach 73 Tag)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen)		
—	Kaninchen 52 (Gew. 3210 g)	½ Glyz.-Ser.-Kult. Taube 177	6. 1. 12	Gestorben 12. 3. 12 (nach 65 Tag.)	Tub. der Impfstelle, der Kniefalten- und Sacrallymphknoten. Innere Organe frei von Tub.	Urspr. Mat. Mediastinallymphknoten Kuh sk. Meerschw. 651 (Kult.) itrach. Taube 102 itrach. Taube 177 (Kult.) itrach. sk. sk. Taube 194 Kaninchen 52 Meerschw. 53 sk. sk. Kan. 102 Meerschw. 103	keine Umwandlung
	Meerschw. 53	Desgl.	6. 1. 12	Gestorben 11. 3. 12 (nach 64 Tag.)	Generalisierte Impftuberkulose (Milz, Leber, Lungen)		
—	Kaninchen 102 (Gew. 2025 g)	Emulsion aus Lunge Taube 194	7. 3. 12	Gestorben 29. 6. 12 (nach 114 Tag.) Gew. 1800 g	Tub. der Impfstelle, der Nieren und Lungen.		
	Meerschw. 103	Desgl.	7. 3. 12	Gestorben 13. 5. 12 (nach 67 Tag.)	Tub. der Impfstelle, der regionären Lymphknoten und der Lungen.		

Ende des 4. Heftes.

Abgeschlossen am 5. Juni 1914.



Fig. 1.
Bac. anthracis.

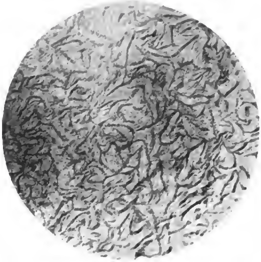


Fig. 2.
Bac. pseudoanthracis Ps. I.

24 Stunden alte Oberflächenkolonien auf Agarplatten. Vergr. 1 × 50.



Fig. 3.
Bac. anthracis.



Fig. 4.
Bac. pseudoanthracis Ps. I.

Gefärbte Abklatschpräparate. Vergr. 1 × 350.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

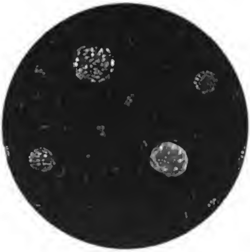


Fig. 1.
Aphthenlymphe im Dunkelfeld.



Fig. 2.
Rinderserum im Dunkelfeld.

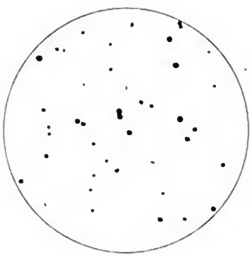


Fig. 3.
Ausstrich aus Aphthenlymphe.

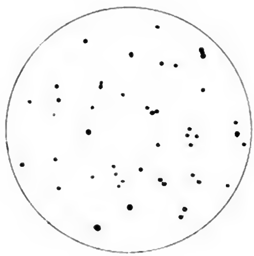


Fig. 4
Ausstrich aus Rinderserum.

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Fig. 5.
Bac. anthracis.



Fig. 6.
Bac. pseudoanthracis Ps. I.

Gefärbte Abklatschpräparate. Vergr. 1 × 800.

1 2 3 4



Fig. 7.
3 Tage alte Gelatinestichkulturen.

1	2	3	4
Bac. anthracis.	Bac. anthracoides Ps. III.	Bac. pseudoanthracis Ps. I.	Bac. pseudoanthracis Ps. II.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

1 2 3 4

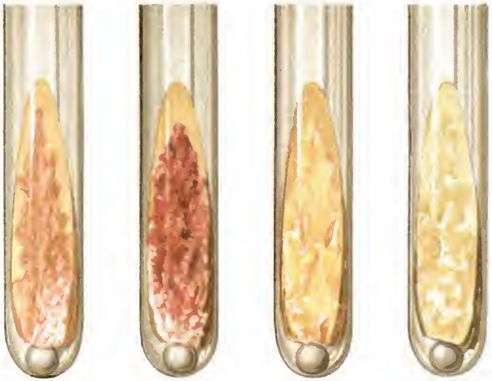


Fig. 8. Kartoffelkulturen.

Bac. pseudoanthracia Ps 1 — 24 Stunden — 3 Tage alt — Bac. anthracis — 8 Tage alt — Bac. anthracoides



Fig. 9. Kultur in Lackmusmolke (24 Stunden).

Bac. anthracis — Kontrolle (ungeimpft) — Bac. pseudoanthracis

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Fig. 10. Blutagarplatte.
Bac. anthracis.



Fig. 11. Blutagarplatte.
Bac. pseudoanthracis Ps. I

Verlag von Julius Springer in Berlin.



Fig. 1.
Aphthenlymphe im Dunkelfeld.



Fig. 2.
Rinderserum im Dunkelfeld.

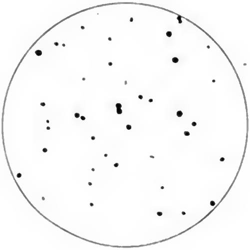


Fig. 3.
Ausstrich aus Aphthenlymphe.

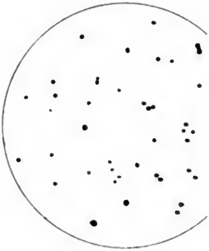


Fig. 4.
Ausstrich aus Rinderserum.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Inhalts-Verzeichnis.

Fortsetzung auf Seite 3.

brandsporenhaltigen Futters auf die Gesundheit der Haustiere.

24. Dr. Schoenburg, Züchtung von Tuberkelbazillen aus Sputum mit Hilfe der Uhlenhuthschen Antiforminmethode unter Verwendung von Eiernährböden.

25. Wahrle, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Belgien. Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen Dr. Frost.

26. Dr. Ed. Polenske, Über den Gehalt des Wurstfettes der Dauerwurst an freier Säure.

27. Dr. Ed. Polenske, Über ein Verfahren zur Unterscheidung von sterilisiertem und von nicht sterilisiertem Knochenmehl.

28. Dr. Fr. Auerbach, Freies Alkali in Mineralwässern.

Neununddreißigster Band. — Preis M 16,50.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1909/1910. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. Adolf Günther. — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserl. Gesundheitsamte.
2. Prof. Dr. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des Säurerückganges im Weine. Mitteilung der Landwirtschaftl. Kreisversuchsstation in Würzburg.
3. Prof. Dr. Halenke u. Prof. Dr. Krug, Vergleichende Versuche über den Säurerückgang in ungezuckerten und gezuckerten Weinen des Jahrganges 1909 aus dem Weinbaugebiet der Pfalz. — II. Mitteilung der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation und öffentlichen Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Speyer.

Vierzigster Band. — Mit 11 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 27,40.

1. Prof. Dr. F. Neufeld und Dr. Kandiba, Beitrag zur Kenntnis der „antiaggressiven Sera".
2. Dr. E. Ungermann und Dr. L. Kandiba, Über quantitative Verhältnisse bei der Antikörperwirkung.
3. Dr. phil. C. Schellack, Über „perkutane" Infektion mit Spirochaeten des russischen Rückfallfiebers, der Hühnerspirochaetose und der Kaninchen-Syphilis. Mit 1 Tafel.
4. Dr. J. Ohmori, Zur Kenntnis des Pebrine-Erregers, *Nosema bombycis* Nägeli. Mit 1 Tafel.
5. Prof. Dr. L. Haendel und Dr. E. Gildemeister, Experimentelle Untersuchungen über das Gift der Larve von Diamphidia simplex Péringuey (Diamphidia locusta Fairmaire). Mit 1 Tafel.
6. Über die Wirkungen des Eosins auf Tiere. I. Teil. Dr. C. Titze, Fütterungsversuche mit Eosin und Eosingerste. — II. Teil. Dr. E. Rost, Pharmakologische Untersuchung des Eosins, mit Berücksichtigung der Wirkungen des Fluoreszeins und Erythrosins.
7. Prof. Dr. A. Schuberg u. Dr. Ph. Kuhn, Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten. II. Teil.
8. Dr. W. Büing, Über Zelleinschlüsse bei Trachom und Conjunctivitiden.
9. Dr. Pfyl und Dr. R. Turnau, Über verbesserte Herstellung von Milchseren und ihre Anwendbarkeit zur Untersuchung der Milch.
10. Dr. J. Fiehe und Dr. Ph. Stegmüller, Nachprüfung einiger wichtiger Verfahren zur Untersuchung des Honigs.
11. Prof. Dr. Haendel, Vergleichende Untersuchungen über verschiedene Choleraelektivnährböden.
12. Dr. Baerthlein, Über Mutationserscheinungen bei Bakterien. Mit 8 Tafeln.

Einundvierzigster Band. — Mit 3 Tafeln und 23 Abbildungen im Texte. Preis M 26,40.

Denkschrift über die seit dem Jahre 1903 unter Mitwirkung des Reichs erfolgte systematische Typhusbekämpfung im Südwesten Deutschlands.

Zweiundvierzigster Band. — Preis M 22,—.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1910/1911. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. Adolf Günther. — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.
2. Prof. Dr. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des Säurerückganges im Weine. Mitteilung der Landwirtschaftl. Kreisversuchsstation in Würzburg.
3. Prof. Dr. Omeis, Versuche bezüglich Entsäuern des Weines mit reinem gefälltem kohlensauren Kalk. Mitteilung der Landwirtschaftl. Kreisversuchsstation in Würzburg.
4. Prof. Dr. Halenke und Prof. Dr. Krug, Vergleichende Versuche über den Säurerückgang in ungezuckerten und gezuckerten Weinen des Jahrganges 1910 aus dem Weinbaugebiet der Pfalz. — III. Mitteilung der Landwirtschaftl. Kreisversuchsstation und öffentlichen Untersuchungsanstalt für Nahrungs- und Genußmittel in Speyer.

Dreiundvierzigster Band. — Mit 2 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 24,20.

1. Prof. Dr. Zwick und Dr. Zeller, Über den infektiösen Abortus des Rindes. I. Teil. Mit 2 Tafeln.
2. Prof. Dr. Zwick und Dr. Wedemann, Biologische Untersuchungen über den Abortus-Bazillus.
3. Dr. med. Szymanowski, Über die Anwendung der Präzipitationsmethode zur Diagnostik des ansteckenden Verkalbens.
4. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Die Alkalität von Pankreassaft und Darmsaft lebender Hunde.
5. Prof. Dr. med. E. Rost und Dr. med. Fr. Franz, Vergleichende Untersuchung der pharmakologischen Wirkungen der organisch gebundenen schwefligen Säuren und des neutralen schwefligsauren Natriums.
6. A. Weitzel, Die bei Stoffwechselversuchen am Menschen und Tier zur chemischen Untersuchung der verabfolgten Nahrungsmittel und der Ausscheidungsprodukte angewendeten Verfahren.
7. Dr. Ströse, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in der Schweiz. Nach Berichten des Kaiserlichen Generalkonsulats in Zürich und anderen Quellen.
8. Dr. Hall, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Dänemark. Nach Berichten des landwirtschaftlichen Sachverständigen Dr. Hollmann, früher beim Kaiserlichen Generalkonsulat in Kopenhagen, und nach anderen Quellen.
9. Dr. Zeller, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Ägypten. Nach Berichten des Kaiserlich Deutschen Konsulats in Kairo und nach anderen Quellen.
10. Dr. Fr. Schröder, Beitrag zur Kenntnis der ölhaltigen Samen von Ximenia americana L.
11. Dr. A. Müller, Über Wassersterilisation mittels ultravioletter Strahlen.
12. Prof. Dr. Zwick u. Dr. Zeller, Bakteriologische Untersuchungen über die Tuberkulose des Pferdes.
13. Dr. C. Titze, Die Tuberkulin-Augenprobe und die Tuberkulin-Intrakutanprobe als Mittel zur Feststellung der Tuberkulose des Rindes.
14. Dr. C. Titze, Über den Nachweis von Tuberkelbazillen in den Ausscheidungen tuberkuloseverdächtiger Rinder unter besonderer Berücksichtigung der Antiforminmethode.
15. H. Thieringer, Über den Nachweis von Tuberkelbazillen im Kote von Rindern.
16. Dr. C. Titze, Die Haltbarkeit der in die Blutbahn eingedrungenen Tuberkelbazillen (Typus bovinus) im Blut und in der Muskulatur von Schlachttieren und die Altersbeurteilung tuberkulöser Veränderungen.
17. Dr. Hirschbruch und Marggraf, Über eine durch Fleischwaren verursachte Typhusepidemie.
18. Dr. E. Ungermann, Über einen wahrscheinlich auf zufälliger alimentärer Verunreinigung beruhenden Perlsuchtbazillenbefund im Auswurf.

Vierundvierzigster Band. — Mit 22 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 40,20.

1. Dr. Fr. Schröder, Über den Nachweis von weißem Phosphor in Zündwaren.
2. Dr. E. Reichenow und Dr. C. Schellack, Coccidien-Untersuchungen. I. Barrouxia schneideri. Mit 3 Tafeln.
3. Dr. J. Fiehe und Dr. Ph. Stegmüller, Beitrag zur Kenntnis ausländischer Honige.
4. Prof. Dr. E. Levy und Dr. E. Bruch, Vergleichende experimentelle Untersuchungen zwischen 3 Typhusvaccins, die sowohl Bakterienleibersubstanzen als auch lösliche Stoffwechselprodukte enthalten.
5. C. Maaß, Über die Desinfektion der Häute von Rauschbrandkadavern.
6. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats, betreffend die Verunreinigung der großen Röder durch die Abwässer der Zellulosefabrik von

Fortsetzung auf Seite 4.

Kübler und Niethammer in Gröditz in Sachsen. Berichterstatter: Geheimer Hofrat Prof. Dr. Gärtner, Jena. Mitberichterstatter: Prof. Dr. Dr.-Ing. Lepsius, Berlin (Dahlem) und Prof. Dr. Hofer, München. Mit 1 Tafel.
7. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats, betreffend die Abwässerbeseitigung der Stadt Offenbach a. Main. Berichterstatter: Prof. Dr. K. B. Lehmann, Würzburg. Mitberichterstatter: Geheimer Ober-Baurat Dr.-Ing. Keller, Berlin, und Prof. Dr. Spitta, Berlin. Mit 1 Tafel.
8. Dr. Erich Hesse, Über die Verwendbarkeit der „Eisenfällung" zur direkten Keimzählung in Wasserproben. Eine Nachprüfung der von Paul Th. Müller angegebenen neuen Schnellmethode der bakteriologischen Wasseruntersuchung.
9. Dr. Hirschbruch u. Marggraf, Zur Frage der Haltbarkeit der Typhusbazillen auf verschiedenen Fleischarten.
10. Prof. Dr. P. Uhlenhuth u. Dr. P. Mulzer, Beiträge zur experimentellen Pathologie und Therapie der Syphilis mit besonderer Berücksichtigung der Impf-Syphilis der Kaninchen. Mit 15 Tafeln.
11. Gutachten des Reichs-Gesundheitsrats über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus der Chlorkalium- und Sulfatfabrik der Gewerkschaft Rastenberg in Rastenberg in Thüringen auf die Ilm, Lossa und Saale. Berichterstatter: Geh. Mediz.-Rat Prof. Dr. Fränken. Mitberichterstatter: Geh. Ober-Baurat Dr.-Ing. Keller, u. Reg.-Rat Prof. Dr. Spitta. Mit 1 Tafel.
12. Dr. Helt, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Schweden. Nach Berichten des Kaiserl. Generalkonsulats in Stockholm, des früh. landwirtschaftl. Sachverständigen daselbst Dr. Hellmann und nach anderen Quellen.
13. Wehrle, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Italien. Nach Berichten des landwirtschaftl. Sachverständ. beim Kaiserl. Deutsch. Konsulat in Rom, Wirkl. Geh. Ober-Reg.-Rats Dr. T. Müller und nach anderen Quellen.

Fünfundvierzigster Band. — Mit 10 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 28,20.

1. Dr. C. Titze, H. Thieringer und Dr. E. Jahn, Die Ausscheidung von Tuberkelbazillen mit dem Kote tuberkulöser Rinder.
2. Dr. C. Titze und Dr. E. Jahn, Über die Ausscheidung von Tuberkelbazillen mit der Galle bei tuberkulösen Rindern und Ziegen.
3. Prof. Dr. L. Lange und Dr. W. Rimpau, Versuche über die Dampfdesinfektion von milzbrandhaltigem Material bei Einbettung der Sporen in Schmutz u. dergl.
4. Prof. Dr. L. Lange, Versuche über die Einwirkung von 1%iger Cyllinlösung auf Milzbrandsporen.
5. Dr. M. Taute, Untersuchungen über die Bedeutung des Großwildes und der Haustiere für die Verbreitung der Schlafkrankheit. Mit 1 Tafel.
6. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Das Verhalten von Bleicarbonat, basischem Bleicarbonat und Bleisulfat in wässerigen Lösungen kohlensaurer Alkalien.
7. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Das Verhalten von Bleichromat und basischem Bleichromat in wässerigen Lösungen kohlensaurer Alkalien.
8. Dr. Fr. Auerbach und Dr. H. Pick, Die Bleiabgabe schwerlöslicher Bleisalze an Natriumhydrocarbonat enthaltende Lösungen.
9. Dr. E. A. Lindemann, Untersuchungen über die Isolierung des Typus humanus und des Typus bovinus aus einer Tuberkelbazillenkultur mit atypischer Virulenz (Stamm Schroeder-Mietzsch), sowie aus künstlichen Mischkulturen.
10. Dr. E. Gildemeister, Über den Einfluß von Rhamnose und Raffinose auf das Wachstum von Bakterien.
11. Dr. K. Poppe, Untersuchungen über die experimentelle Diagnose der Lungenseuche des Rindes. Mit 3 Tafeln.
12. Dr. C. Schellack, Coccidien-Untersuchungen II. Die Entwicklung von *Adelina dimidiata* A. Schn., einem Coccidium aus *Scolopendra cingulata* Latr. Mit 3 Tafeln.
13. Dr. E. Reichenow, *Karyolysus lacertae*, ein wirtwechselndes Coccidium der Eidechse *Lacerta muralis* und der Milbe *Liponyssus saurarum*. Mit 3 Tafeln.
14. Dr. C. Titze, H. Thieringer und Dr. E. Jahn, Beitrag zur Frage der Beurteilung des Fleisches tuberkulöser Rinder als Nahrungsmittel.
15. Dr. E. Rost, Dr. Fr. Franz und A. Weitzel, Zur Kenntnis der Wirkungen der Benzoesäure und ihres Natriumsalzes auf den tierischen Organismus.
16. Dr. A. Müller und Dr. L. R. Fresenius, Die Beeinflussung der biologischen Abwasserreinigung durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken.
17. Wehrle und Prof. Dr. Zwick, Verlauf und Ergebnis der Übertragungsversuche, die im Kaiserl. Gesundheitsamte mit den von dem praktischen Arzte Dr. Siegel als Erreger der Maul- und Klauenseuche angesprochenen Cytorrhycteskokken sowie mit den von dem praktischen Arzte Dr. von Niessen als die Ursache derselben Seuche angesehenen Bakterien angestellt worden sind.

Sechsundvierzigster Band. — Preis M 19,40.

1. Ergebnisse der amtlichen Weinstatistik. Berichtsjahr 1911/12. Teil I. Weinstatistische Untersuchungen. Einleitung. Von Dr. Adolf Günther. — Berichte der Untersuchungsanstalten, welche mit der Ausführung der weinstatistischen Untersuchungen betraut sind. Gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte. — Teil II. Moststatistische Untersuchungen. Berichte der beteiligten Untersuchungsstellen, gesammelt im Kaiserlichen Gesundheitsamte.
2. Dr. Adolf Günther u. Dr. Jodokus Fiehe, Beiträge zur Kenntnis der nordspanischen Weine aus den katalonischen Provinzen. I. Mitteilung.
3. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen zur Erforschung des freiwilligen Säurerückganges im Weine. Versuchsjahr 1911/12. Bericht der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation in Würzburg.
4. Prof. Dr. Th. Omeis, Versuche und Untersuchungen über die Aufnahme von schwefliger Säure durch den Wein infolge des Schwefelns der Fässer bei den einzelnen Abstichen. I. Versuchsjahr 1911/12. Bericht der Landwirtschaftlichen Kreisversuchsstation in Würzburg.
5. Dr. Schätzlein, Der Gehalt der Pfälzer Weine an schwefliger Säure. Bericht der chemischen Station der Königl. Lehr- und Versuchsanstalt für Wein- und Obstbau in Neustadt a. d. Haardt.

Siebenundvierzigster Band. — Heft 1. — Mit 3 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 7,—.

1. Dr. B. Pfyl, Maßanalytische Bestimmung der Phosphate in der Asche von Lebensmitteln.
2. Dr. med. vet. E. Jahn, Pyricit, ein neues Desinfektionsmittel für die Schlachthofpraxis.
3. Dr. E. Haller, Die Abtötung von Milzbrandsporen an Häuten und Fellen durch Salzsäure-Kochsalzlösungen.
4. Dr. Fr. Auerbach, nach Versuchen von Dr.-Ing. Werner Plüddemann, Studien über Formaldehyd. IV. Mitteilung. Die Dämpfe von Formaldehyd und seinen Polymeren.
5. Prof. Dr. E. Rost, Zur Kenntnis der hautreizenden Wirkungen der Becherprimel (Primula obconica Hance). (Mit 3 Tafeln.)

Siebenundvierzigster Band. — Heft 2. — Mit 2 Tafeln und Abbildungen im Texte. — Preis M 8,40.

1. Prof. Dr. Uhlenhuth, Prof. Dr. Haendel, Dr. Gildemeister und Dr. K. Schern, Weitere Untersuchungen über Schweinepest. Mit 2 Tafeln.
2. Prof. Dr. E. Rost, Zur Kenntnis der Wirkungen kresolhaltiger Desinfektionsmittel (Saprol, Lysol, Kreolin) und des Petroleums bei Tieren.
3. Prof. Dr. A. Schuberg, Naturschutz und Mückenbekämpfung. Versuche über die Einwirkung zur Vernichtung von Mückenlarven dienender Flüssigkeiten auf Wassertiere und Vögel.
4. Dr. E. Haller und Dr. W. Rimpau, Versuche über Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens. II. Anwendung von halogensubstituierten Aldehyden der Methanreihe.
5. Dr. E. Haller und Dr. E. Ungermann, Weitere Versuche über die Abtötung von Typhusbazillen im Organismus des Kaninchens.

Siebenundvierzigster Band. — Heft 3. — Mit 1 Tafel und Abbildungen im Texte. — Preis M 7,—.

1. Dr. B. Pfyl u. Dr. R. Turnau, Maßanalytische Bestimmung des Kaseins in der Milch mittels des Tetraserums.
2. H. Thieringer, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Serbien. Nach Berichten des Kaiserlich Deutschen Konsulats für Serbien in Belgrad und nach anderen Quellen.
3. Dr. Hall, Das Veterinärwesen einschließlich einiger verwandter Gebiete in Norwegen. Nach Berichten des Kaiserlichen Generalkonsulats in Kristiania und nach anderen Quellen.
4. Dr. E. Haller u. Dr. E. Ungermann, Zur Technik der experimentellen Typhusinfektion.
5. Dr. E. Haller u. Dr. G. Wolf, Weitere Versuche zur Infektion des Kaninchens mit Typhusbazillen.
6. Dr. C. Titze u. H. Lindner, Das Vorkommen von Tuberkelbazillen in den nicht tuberkulösen Atmungswegen des Rindes mit dem Nebenbefunde von Kapseldiplokokken.
7. Prof. Dr. A. Schuberg u. Dr. W. Böing, Über die Übertragung von Krankheiten durch einheimische stechende Insekten. III. Teil.
8. Dr. A. Müller, Ein neues Verfahren zum Nachweis spezifischer Bakterien in größeren Wassermengen. (Mit 1 Tafel.)

Druck von E. Buchbinder in Neuruppin.